

AVIS DE SANTÉ PUBLIQUE

**Les pneus hors d'usage
et le risque de transmission
de maladies infectieuses
par des moustiques**



Daniel G. Bolduc
Richard Lemieux
Sylvie Lessard
Marie-Claude Messely

Comité de santé environnementale du Québec

WA
110
P728
1994

Juin 1994



CENTRE DE DOCUMENTATION

Institut national de santé publique du Québec
4835, avenue Christophe-Colomb, bureau 200
Montréal (Québec) H2J 3G8
Tél.: (514) 597-0606

Dépot légal - 1994
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN : 2-921636-28-X

WA
110
P728
1994

REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier les personnes suivantes pour leur précieuse collaboration à la rédaction de cet avis de santé publique.

Monsieur Harvey Artsob, Ph.D., Head, Zoonotic Diseases, Santé Canada, Ottawa
Monsieur Jean-Pierre Bourassa, D.Sc., Groupe de recherche sur les arthropodes piqueurs,
Université du Québec à Trois-Rivières
Monsieur Alain Maire, D.Sc., Groupe de recherche sur les arthropodes piqueurs,
Université du Québec à Trois-Rivières
Monsieur Serge Belloncik, Institut Armand-Frappier
Monsieur Gilles Delage, Directeur, Laboratoire de santé publique du Québec

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	i
TABLE DES MATIÈRES	ii
INTRODUCTION	iii
1. PROBLÉMATIQUE	1
2. LES MOUSTIQUES IMPLIQUÉS DANS LA TRANSMISSION (LES VECTEURS) ..	2
2.1 Principaux moustiques impliqués aux États-Unis	2
2.1.1 <i>Culex pipiens</i>	2
2.1.2 <i>Aedes aegypti</i>	3
2.1.3 <i>Aedes triseriatus</i>	3
2.1.4 <i>Aedes albopictus</i>	4
2.2 Principaux moustiques impliqués au Québec	6
3. LE RÉSERVOIR (L'HÔTE)	8
4. LA TRANSMISSION DU VIRUS À L'HOMME	8
4.1 Le cycle	8
4.2 Les manifestations cliniques générales	9
4.3 Principaux facteurs influençant l'épidémiologie des infections à arbovirus	9
4.4 Les infections à arbovirus	10
4.4.1 <i>Les encéphalites de Californie</i>	11
4.4.2 <i>L'encéphalite de Saint-Louis</i>	13
4.4.3 <i>L'encéphalite équine de l'Est</i>	13
4.5 L'importance du problème	14
DISCUSSION	16
CONCLUSION	16

ANNEXE 1 : Bolduc, Daniel G., et Lessard, Sylvie. *Les moustiques transportés et proliférant dans les pneus hors d'usage et les possibilités de transmissions de maladies infectieuses au Québec*, Comité de santé environnementale du Québec, Janvier 1994.

ANNEXE 2 : Messely, Marie-Claude. *Épidémiologie des infections à arbovirus susceptibles d'être transmises par les moustiques proliférant dans les dépotoirs de pneus hors d'usage*, Document de travail, Centre de santé publique de Québec, janvier 1994.

INTRODUCTION

Le Québec importe des pneus hors d'usage des États-Unis et d'autres pays mais il est difficile d'estimer l'importance exacte de ce commerce. Le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec est préoccupé par la dimension santé de cette problématique car il connaît les liens qui ont été établis aux États-Unis entre la transmission d'encéphalites et les insectes se reproduisant dans les pneus hors d'usage.

Le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec a demandé, en octobre 1992, l'opinion du ministère de la Santé et des Services sociaux quant aux risques pour la santé liés au phénomène grandissant d'importation de pneus usagés en provenance des États-Unis.

L'opinion de santé publique émise dans cet avis repose sur une revue de la littérature et sur diverses consultations d'experts. Les deux documents de référence à la base de cet avis de santé publique apparaissent en annexe.

1. PROBLÉMATIQUE

Les moustiques se reproduisent normalement dans des gîtes naturels (creux d'arbres, mares, fossés humides...). Depuis quelques années, plusieurs recherches soutiennent que les pneus usagés abandonnés dans l'environnement ou entreposés dans des dépotoirs de pneus favorisent également la prolifération et la propagation de plusieurs espèces de moustiques.

Les pneus hors d'usages offrent des conditions idéales pour la croissance des populations larvaires soient :

- la présence d'eau stagnante et de matières organiques (débris de feuilles mortes...);
- une température adéquate pour favoriser l'éclosion des oeufs;
- une protection efficace contre les prédateurs naturels;
- une protection face à l'épandage d'insecticides.

Ces conditions permettent une période de maturation plus rapide des larves de moustique que dans les habitats naturels. La méthode d'entreposage des pneus hors d'usage s'avère donc un facteur important en regard de cette problématique.

Or, les moustiques se développant dans les pneus usagés peuvent également être des vecteurs de virus responsables d'encéphalites humaines : les arbovirus. Ces infections du système nerveux central sont transmises à l'humain par les piqûres de moustiques femelles infectées.

Plusieurs espèces de moustiques d'Amérique du Nord et d'autres continents peuvent se multiplier de façon active dans les pneus usagés. L'importation de vieux pneus usagés en Amérique du Nord a permis d'introduire de nouvelles espèces de moustiques, créant de ce fait une nouvelle dynamique dans l'équilibre naturel qui existait entre les moustiques (le vecteur) vivant sur un territoire donné, les réservoirs des virus responsables de certaines maladies (l'hôte) et l'homme.

2. LES MOUSTIQUES IMPLIQUÉS DANS LA TRANSMISSION (LES VECTEURS)

Aux États-Unis, plus de 200 millions de pneus hors d'usage sont abandonnés chaque année dans un dépôt ou dans l'environnement. Au Québec, c'est plus de 4 millions de pneus dont il est question. Toutefois, les informations concernant les risques pour la santé associés aux moustiques retrouvés dans les pneus hors d'usage, demeurent relativement restreintes tant aux États-Unis qu'au Québec.

2.1 Principaux moustiques impliqués aux États-Unis

La littérature rapporte que *Culex pipiens*, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* et *Aedes triseriatus* se reproduisent dans les pneus hors d'usage aux États-Unis. On retrouve ces moustiques parmi les principaux vecteurs impliqués dans la transmission d'encéphalites chez l'homme :

2.1.1 *Culex pipiens*

On le retrouve partout en Amérique du Nord. Il a été introduit par les premiers immigrants européens. Il se reproduit principalement dans des plans d'eau contenant de fortes teneurs en matière organique (par exemple : mares stagnantes); les larves des moustiques peuvent aussi se développer ailleurs dans l'environnement (barils, pneus hors d'usage, boîtes de conserve). Dans les régions urbaines américaines, les vieux pneus usagés et les bassins de captage des égouts pluviaux sont les deux sources majeures des populations de ce moustique. Les oeufs de *Culex pipiens* sont très sensibles à la dessiccation. Les pneus usagés constituent donc un microhabitat protecteur optimal. *Culex pipiens* est le vecteur principal du virus de l'encéphalite de Saint-Louis.

2.1.2 *Aedes aegypti*

Ce moustique d'origine africaine ne tolère pas les températures froides. La ville de Philadelphie représente sa limite nord de répartition. Dans les régions urbaines, il utilise principalement les microhabitats artificiels (pneus hors d'usage, boîtes de conserve, etc.). *Aedes aegypti* est le vecteur primaire de la fièvre jaune et de la dengue.

2.1.3 *Aedes triseriatus*

On retrouve ce moustique naturellement dans l'est de l'Amérique du Nord et dans le centre des États-Unis. Il peut se reproduire dans des gîtes d'origine naturelle ou artificielle. Les creux d'arbres et les objets abandonnés dans l'environnement (pneus, contenants vides, etc.) sont ses principaux micro-milieus en période de reproduction. Les dépôts de pneus permettent une augmentation du taux d'oeufs pondus quotidiennement et agissent comme un incubateur en réduisant la période de maturation des moustiques.

Aedes triseriatus est très sensible aux variations de température et aux conditions environnementales prévalantes pendant la période de reproduction. Les oeufs peuvent toutefois résister à des conditions extrêmes de sécheresse et demeurer viables en absence d'eau pendant trois ans. Le rayon d'action de ce moustique est de moins de 500 mètres.

Aedes triseriatus peut être le vecteur de plusieurs virus responsables d'encéphalites humaines, notamment le virus de l'encéphalite de La Crosse dont il pourrait être le seul vecteur épidémiologique significatif en plus d'être son réservoir.

Aedes triseriatus, une fois infecté, peut transmettre le virus à sa progéniture par transmission transovarienne (via les oeufs). Les mâles issus de cette progéniture

peuvent aussi transmettre à leur tour le virus à d'autres femelles non infectées (transmission vénérienne).

Enfin, certaines informations tirées de cas survenus en Ohio et dans le mid-west américain permettent de croire que les personnes vivant près d'un dépotoir de pneus hors d'usage seraient davantage exposées aux piqûres de ces moustiques. La présence de pneus semble donc faire la différence entre un milieu à risque et non à risque.

2.1.4 *Aedes albopictus*

Ce moustique a été introduit en Amérique du Nord (Texas, 1985) suite à l'importation de pneus hors d'usage en provenance d'Asie. Depuis, *Aedes albopictus* s'est installé dans plus de 20 états des États-Unis. Il est maintenant très répandu dans le sud-est, le mid-west et le centre-nord des États-Unis. La limite nordique actuelle sont les états de l'Ohio, de l'Illinois, de l'Indiana et du Maryland. Il faut toutefois noter que sa distribution reste ponctuelle et discontinue, même s'il est très abondant à plusieurs endroits. Il demeure pour l'instant limité à des dépotoirs de pneus. Pourtant, *Aedes albopictus* n'est pas une espèce migratrice car elle ne peut voler que sur de courtes distances (moins de 1 kilomètre). Aussi, le transport interrégional de vieux pneus est identifié comme étant le facteur principal de propagation de ce moustique aux États-Unis.

Aedes albopictus a démontré une grande capacité à s'adapter écologiquement à plusieurs types d'habitat, si bien qu'il pourrait, dans l'avenir, infester la majorité de l'Amérique du Nord tempérée en s'installant dans des gîtes de reproduction naturels tels les creux d'arbres. D'après certaines études, la présence d'*Aedes triseriatus*, principal compétiteur pour ce genre de micro-milieu, ne serait pas suffisante pour éviter l'établissement futur d'*Aedes albopictus* dans des gîtes naturels. Toutefois, pour l'instant, *Aedes albopictus* ne semble se reproduire, en Amérique du Nord, que dans les gîtes artificiels, dont principalement les vieux pneus. Par contre, s'il arrivait à s'installer en milieu naturel, il pourrait devenir

rapidement incontrôlable et exposer des populations humaines, tant dans les milieux urbains que suburbains et naturels.

Les oeufs d'*Aedes albopictus* résistent aux conditions de sécheresse et aux températures froides (-10°C). Toutefois, ces oeufs paraissent sensibles à la diminution de la photopériode, ce qui pourrait représenter un important facteur limitant son expansion plus au nord du continent américain. Il faudrait déterminer si la période de dormance (diapause) des oeufs de la souche d'*Aedes albopictus* présente en Amérique du Nord est suffisamment longue pour lui permettre de passer l'hiver.

Dans un contexte américain, *Aedes albopictus* pourrait être un vecteur compétent des virus transmettant les maladies suivantes :

- la dengue;
- la fièvre jaune;
- l'encéphalite de Saint-Louis;
- tous les types d'encéphalites de Californie;
- l'encéphalite équine de l'Est.

À ce titre, il pourrait représenter, aux États-Unis, un risque potentiel pour la santé publique. Toutefois, jusqu'à présent, *Aedes albopictus* n'a été impliqué dans aucune épidémie ni éclosion de cas.

Notons enfin que le moustique femelle infecté peut transmettre directement le virus de La Crosse et de la dengue à sa progéniture via ses oeufs. Ainsi, ce mécanisme de transmission transovarienne d'un virus pourrait contribuer à maintenir la présence endémique d'encéphalites californiennes. De plus, *Aedes albopictus* a un comportement piqueur très agressif envers l'homme, ce qui augmente le risque potentiel de transmission d'encéphalite.

2.2 Principaux moustiques impliqués au Québec

Il y a au Québec plus d'une cinquantaine d'espèces de moustiques. La majorité d'entre-elles sont une cause de nuisance plutôt par les piqûres qu'elles occasionnent que par la transmission de maladies. Environ une trentaine d'espèces du Québec peuvent tout de même potentiellement être des agents vecteurs de maladies virales. Au Québec, certains virus responsables d'encéphalite ont déjà été identifiés dans les larves de moustiques. Parmi les principaux moustiques présents au Québec et connus comme étant des vecteurs d'encéphalites aux États-Unis, on retrouve *Aedes triseriatus* (La Crosse), *Culex pipiens* (St-Louis) et *Culiseta melanura* (équine de l'Est). Ces espèces se limitent essentiellement au sud du Québec. *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* n'ont jamais été détectés au Québec jusqu'à présent.

Des travaux récents menés par l'Université du Québec à Trois-Rivières et par l'Institut Armand-Frappier (Bourassa *et al.*, 1992)¹ ont permis de tracer un profil de la présence des moustiques dans les dépotoirs de pneus québécois, de même que de la présence d'arbovirus dans ces moustiques. On y apprend que seulement deux espèces de moustiques se reproduisent dans des creux d'arbres (*Aedes triseriatus* et *Aedes hendersoni*). Il y a peu d'espèces d'arbres au Québec qui ont une écorce favorisant la formation de creux et la rétention d'eau, et donc de gîtes naturels favorables à la reproduction des moustiques.

Par contre, six espèces de moustiques ont été relevées dans les dépotoirs de pneus hors d'usage du sud-ouest du Québec, dont *Aedes triseriatus* (fréquent) et *Culex pipiens* (quelques individus seulement) (voir tableau 1). *Culex restuans* reste toutefois l'espèce la plus abondante. Cette dernière est reconnue comme étant un vecteur de l'encéphalite de Saint-Louis au sein des populations d'oiseaux. Cette espèce est, du reste, essentiellement une espèce ornithophile (piqueuse d'oiseaux).

¹ BOURASSA, J.-P., A. MAIRE et S. BELLONCIK, 1992, Espèces culicidiennes colonisant les pneus abandonnés dans l'environnement québécois et impact potentiel sur la santé humaine et animale, *Mém. Soc. r. belge Ent.* 35 : 89-95.

Tableau 1
Espèces de moustiques colonisant les pneus abandonnés dans le sud-ouest du Québec
(adapté des travaux de Bourassa *et al.* 1992)¹

Espèce	Fréquence (%) dans les pneus abandonnés	Virus détectés	Caractéristiques de l'espèce
<i>Aedes triseriatus</i>	58,6	TVT,SSH	Espèce anthropophile Phénologie : mi-mai à la mi-août Gîte principal : fentes et trous dans les arbres ⁽¹⁾
<i>Anopheles punctipennis</i>	10,3	-	Espèce anthropophile Gîte principal : tourbières et lacs artificiels ⁽¹⁾
<i>Culiseta impatiens</i>	10,3	-	Espèce anthropophile Gîte principal : trous d'eau, mares à forte turbidité ⁽¹⁾
<i>Culex restuans</i>	100,0	SSH	Espèce ornithophile Phénologie : début juin à octobre Gîte principal : rives de cours d'eau, mares ⁽¹⁾
<i>Culex territans</i>	31,0	-	Espèce batracophile Gîte principal : rives de cours d'eau, mares ⁽¹⁾
<i>Culex pipiens</i>	(*)	SSH	Espèce anthropophile Gîte principal : rives de cours d'eau ⁽¹⁾

⁽¹⁾ MAIRE A. et A. AUBIN, 1980, Les moustiques du Québec (Diptera : culicidae), Essai de synthèse écologique, *Mémoire de la Société entomologique du Québec*, no.6, 107p.

(*) Seulement quelques individus ont été inventoriés dans l'étude en 1989. N.B. : TVT : Trivittatus; SSH : Snowshoe Hare

Les arbovirus détectés dans les larves de moustiques prélevées dans les dépotoirs de vieux pneus du Québec sont l'arbovirus Snowshoe Hare (SSH) (26 % des échantillons) et l'arbovirus Trivittatus (TVT) (un seul échantillon). Le SSH a été détecté dans des larves d'*Aedes triseriatus*, de *Culex pipiens* et de *Culex restuans*. Il faut par ailleurs noter que trois autres moustiques québécois ont également été identifiés en 1982 comme étant vecteur du virus SSH, dont *Aedes communis*, une des espèces de moustiques les plus abondantes au Québec.

¹ BOURASSA, J.-P., A. MAIRE et S. BELLONCIK, 1992, Espèces culicidiennes colonisant les pneus abandonnés dans l'environnement québécois et impact potentiel sur la santé humaine et animale, *Mém. Soc. r. belge Ent.* 35 : 89-95.

3. LE RÉSERVOIR (L'HÔTE)

Le cycle de transmission du virus à l'homme peut faire intervenir, outre le vecteur, d'autres animaux qui sont considérés comme le réservoir du virus. Il peut s'agir notamment d'oiseaux, de petits rongeurs (lièvres, écureuils, tamias...), de grands mammifères et de chevaux.

Rappelons également que certains moustiques ont le pouvoir d'être à la fois vecteur et hôte de virus (par exemple : *Aedes triseriatus* et *Aedes communis*). En fait, l'ensemble des moustiques du genre *Aedes* peuvent transmettre le virus à leurs descendants par transmission transovarienne. Ce phénomène favorise la présence des arbovirus dans l'environnement sous forme endémique.

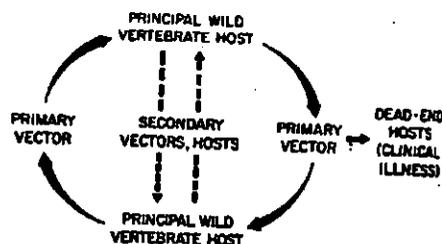
4. LA TRANSMISSION DU VIRUS À L'HOMME

Des 520 arbovirus enregistrés dans l'*International Catalogue of Arbovirus*, environ vingt-cinq sont suspectés d'être la cause de maladies.

4.1 Le cycle

Les arbovirus sont transmis à l'homme par l'intermédiaire d'un vecteur arthropode hématophage (par exemple : moustiques, tiques). En général, le cycle de transmission est complexe et fait intervenir une ou plusieurs espèces de vecteurs ainsi que des animaux sauvages, les hôtes du virus (figure 1).

Figure 1
Schéma d'un cycle de transmission incluant un ou plusieurs hôtes vertébrés



Tiré de Monath, T.P., Johnson, K.M., *Diseases Transmitted Primarily by Arthropod Vectors*, chap. 11 du Maxcy-Rosenau-Last, Public Health & Preventive Medicine, Appleton & Lange, 13th Edition, 1992, p.214.

4.2 Les manifestations cliniques générales

Les manifestations cliniques peuvent être regroupées sous trois formes :

- les infections du système nerveux central (méningite aseptique, encéphalite, encéphalo-myélite);
- les hyperthermies avec ou sans éruptions cutanées;
- les fièvres hémorragiques (maladie fébrile systémique).

4.3 Principaux facteurs influençant l'épidémiologie des infections à arbovirus

L'épidémiologie de l'infection à arbovirus chez l'humain est influencée par trois déterminants majeurs :

- le comportement du vecteur, notion incluant le milieu écologique où il s'alimente, ses habitudes, les limites de ses déplacements, ses préférences pour piquer certaines espèces, sa longévité et les facteurs affectant l'entrée, la multiplication et l'excrétion virale;
- la fréquence, la nature et la durée de l'exposition de l'humain au vecteur infecté, la présence, le niveau et la spécificité de l'immunité humorale et l'utilisation de moyens protecteurs;
- la présence d'un hôte vertébré nécessaire au phénomène d'amplification du cycle de transmission.

Quatre hypothèses sont avancées pour expliquer la survie du virus pendant certaines périodes difficiles (par exemple l'hiver) :

- la survie via le vecteur arthropode pendant la période froide;
- la survie via le réservoir vertébré infecté de façon chronique;
- la transmission transovarienne chez le vecteur (donc transmission verticale du virus à la progéniture);
- la réintroduction du virus via la migration des vertébrés hôtes.

4.4 Les infections à arbovirus

D'après la littérature, les infections à arbovirus liées à la présence de moustiques proliférant dans les dépotoirs de pneus hors d'usage sont aux États-Unis :

- les encéphalites de Californie (dont l'encéphalite de La Crosse);
- l'encéphalite de Saint-Louis;
- l'encéphalite équine de l'Est;
- la dengue;
- la fièvre jaune.

La dengue et la fièvre jaune sont d'emblée exclues car ces maladies exigent des conditions particulières ne se retrouvant pas au Québec. Le tableau 2 présente les principales caractéristiques des trois autres encéphalites.

DISCUSSION

Le risque de transmission et d'infection humaine par un arbovirus dépend d'un grand nombre de facteurs incluant :

- la capacité des moustiques à s'adapter aux conditions écologiques prévalant au Québec (gîtes naturels, climat, longueur de l'hiver, etc.);
- les mécanismes de protection pour assurer la survie des virus (incluant la transmission horizontale et verticale ainsi que la présence d'un hôte pour l'amplification virale dans certains cas) et;
- l'exposition des humains susceptibles à l'infection, dans un environnement propice à la transmission (l'immunité et l'exposition).

Situation actuelle

Le virus Snowshoe Hare (du groupe de Californie) semble être l'arbovirus pouvant être responsable d'encéphalite humaine le plus répandu au Québec. Il peut être véhiculé par plusieurs espèces de moustiques québécois. Il a été identifié dans des moustiques vivant dans des dépotoirs de pneus du Sud du Québec. Toutefois, peu de cas d'encéphalite humaine due à ce virus ont déjà été identifiés jusqu'à présent au Québec. Les symptômes demeurent plutôt bénins. Il ne nous a donc pas semblé utile d'évaluer, pour l'instant, l'importance de l'exposition de la population québécoise à ce virus par les pneus hors d'usage.

Les virus de La Crosse et de l'encéphalite de Saint-Louis sont jusqu'à présent absents du Québec. Toutefois, les principaux moustiques vecteurs de ces encéphalites sont présents au Québec, quoiqu'ils demeurent peu abondants et limités au sud de la province. Ces moustiques ont été identifiés dans certains dépotoirs de pneus hors d'usage du Québec. Par ailleurs, les principaux moustiques vecteurs de l'encéphalite équine de l'Est sont également présents au Québec, mais n'ont pas été identifiés jusqu'à maintenant dans les dépotoirs de vieux pneus. Les cas

d'encéphalite équine de l'Est chez l'humain demeurent très rares en Amérique du Nord. Le virus a toutefois déjà été isolé au Québec.

Évolution possible

Chacune des espèces de moustiques des États-Unis ou du Canada répond à des caractéristiques propres, notamment de climat, d'habitat, de répartition géographique, de conditions de reproduction et de préférence pour la transmission d'une ou de plusieurs maladies à l'homme. C'est en raison de plusieurs de ces facteurs (par exemple : le climat, les espèces de moustiques, les types de virus) qui différencient les territoires canadien et américain que la problématique de transmission d'arbovirus à l'homme diffère. Il apparaît toutefois que le déplacement de pneus hors d'usage sur de grandes distances et d'un pays à l'autre, serait à l'origine de la migration de certaines espèces de moustiques loin de leurs territoires habituels.

Ainsi, depuis l'introduction d'*Aedes albopictus* aux États-Unis en 1985, ce moustique s'est répandu dans plus de 20 états. Ainsi, il semble reconnu par la communauté scientifique qu'une distribution aussi rapide en Amérique du Nord n'a pu être favorisée que par des mécanismes artificiels, principalement le transport interrégional de pneus hors d'usage.

Il est donc possible que l'importation au Québec de pneus hors d'usage des États-Unis ou d'autres pays, puisse favoriser l'introduction dans la province de nouvelles espèces de moustiques (principalement *Aedes albopictus*, mais aussi de nouvelles souches de *Aedes triseriatus*) ou de nouveaux virus. Il est également possible qu'une fois adaptés à leur nouvel environnement, ces moustiques pourraient modifier l'équilibre biologique sur leur territoire entraînant de ce fait, une nouvelle dynamique vecteur-hôte-humain dans la transmission de certaines maladies à l'homme. Selon le groupe d'experts consulté, il se pourrait par exemple, que le virus Snowshoe Hare, dont l'expression clinique est relativement bénigne, puisse au contact du virus de La Crosse, si ce dernier est introduit au Québec, subir certaines modifications génétiques pour gagner ainsi la virulence du virus de La Crosse.

Il faut toutefois considérer que plusieurs facteurs sont susceptibles de limiter l'implantation tant des moustiques que des virus. Notons particulièrement les conditions climatiques du Québec et la longueur de l'hiver qui exigeraient de l'insecte une période de diapause assez longue afin de permettre sa survie chez nous.

L'expansion territorial d'*Aedes albopictus* en Amérique du Nord, et possiblement au Québec, demeure à long terme l'élément le plus préoccupant de cette problématique. *Aedes albopictus* est actuellement absent du Québec, mais il est pensable, sinon même inévitable, selon Harvey Artsob, spécialiste des arbovirus à Santé Canada, qu'il sera introduit un jour au Québec. Le transport transfrontalier de pneus permettra vraisemblablement d'accélérer le phénomène. L'implantation de ce moustique au Québec, et par conséquent le danger de voir éclore des cas de maladies virales, dépendra de la capacité du moustique «d'hiverner» au Québec, de résister aux températures froides et de sa capacité de se reproduire dans le milieu naturel québécois (creux d'arbres). La situation n'est pas impossible, mais il y a au Québec peu d'espèces d'arbres offrant ces gîtes naturels favorables. Même s'il semble par ailleurs que les oeufs pourraient survivre à notre climat, la longueur de l'hiver québécois pourraient être notre principal facteur protecteur.

Il faut noter tout de même qu'*Aedes albopictus* est présent depuis près de dix ans aux États-Unis et qu'il s'est répandu dans une vingtaine d'états. Pour l'instant, il ne s'est pas encore adapté aux gîtes naturels de reproduction et se limite aux dépotoirs de pneus. Il n'a de plus été impliqué dans aucun cas de transmission de maladies virales. La situation pourrait toutefois évoluer. Il ne faut oublier qu'*Aedes albopictus* demeure théoriquement un vecteur efficace pour plusieurs arbovirus dangereux, qu'il reste un moustique très agressif et hautement anthropophile, que son rayon d'action est assez grand (jusqu'à 1 km), et qu'il peut transmettre le virus directement à sa progéniture (transmission transovarienne) ce qui favorise la survie des arbovirus et leur maintien à un niveau endémique. Les conséquences à long terme, s'il s'introduit et s'adapte au Québec, pourraient être, par exemple, l'apparition de cas d'encéphalites équine de l'Est, ou encore l'introduction et la transmission d'arboviroses actuellement absentes au Québec, tels le virus de La Crosse et le virus de l'encéphalite de Saint-Louis. Toutefois, la survie même de ces deux derniers virus à notre climat n'est du reste pas encore évidente.

CONCLUSION

La situation actuelle au Québec du risque de transmission d'arbovirus par les moustiques des dépotoirs de pneus n'est pas inquiétante pour la santé publique. Les cas d'encéphalites sont rares au Québec, et généralement les conséquences pour la santé sont mineures. Il demeure toutefois possible que certains individus soient plus exposés que la population en général. Des éclosions de cas peuvent alors survenir occasionnellement, et ce, dans des circonstances exceptionnelles.

Il est bien difficile de prévoir l'évolution des infections arbovirales humaines qui suivrait l'importation de pneus hors d'usage au Québec. On sait toutefois que le risque est fonction de la gravité et de la fréquence du problème anticipé. En terme de gravité, nous devrions craindre, dans l'ordre, les encéphalites équinaes de l'Est, les encéphalites de Saint-Louis et les encéphalites de Californie (en particulier l'encéphalite de La Crosse) en raison des taux de mortalité et de l'importance de séquelles qui les caractérisent. C'est l'introduction possible au Québec d'un moustique asiatique *Aedes albopictus* qui pourrait principalement provoquer l'introduction et/ou le développement de ces encéphalites virales au Québec.

Il est toutefois difficile de croire que le Québec suive les mêmes profils épidémiologiques que les États-Unis. Il serait donc étonnant que le Québec présente des taux d'incidence de ces maladies plus élevés que chez nos voisins du Sud alors que ceux-ci présentent des conditions environnementales qui facilitent à bien des égards la transmission des arbovirus à l'homme. Cependant, la venue d'*Aedes albopictus* dans l'environnement américain depuis 10 ans pourrait, si le moustique en vient à s'adapter et à se reproduire en milieu naturel, venir modifier les profils épidémiologiques. Le Québec pourrait également être affecté quoiqu'à bien des égards nos conditions écologiques pourraient limiter l'étendue et l'importance des problèmes.

Ainsi, d'après les informations recueillies, la transmission de maladies infectieuses par des moustiques proliférant dans des pneus hors d'usage abandonnés dans l'environnement ou entreposés dans des dépotoirs de pneus (importés ou non des États-Unis ou d'autres pays) ne représente pas au Québec, une situation problématique en terme de santé publique.

Par contre, le phénomène d'extension territorial rapide du moustique *Aedes albopictus* pourrait potentiellement, à long terme, faire augmenter le risque.

Il serait donc souhaitable de mieux cerner le contrôle de l'importation des vieux pneus et surtout de l'usage que l'on fait de ces pneus importés. À cet effet, les recommandations suivantes pourraient notamment contribuer à réduire les risques potentiels :

- recyclage, valorisation (exemple : la combustion) ou utilisation rapide des pneus importés;
- déchetage des pneus importés devant être entreposés;
- entreposage loin des agglomérations;
- clôturage des lieux d'entreposage.

Le maintien d'une expertise québécoise en ce domaine serait également un atout. Par ailleurs, l'évaluation des impacts de tout projet d'utilisation ou de valorisation de vieux pneus devrait obligatoirement examiner la possibilité d'impacts faisant suite à l'importation de pneus américains et asiatiques.

ANNEXE 1

**LES MOUSTIQUES TRANSPORTÉS ET PROLIFÉRANT
DANS LES PNEUS HORS D'USAGE ET
LES POSSIBILITÉS DE TRANSMISSION DE MALADIES
INFECTIEUSES AU QUÉBEC**

préparé par :

**Sylvie Lessard, biologiste, M. Env.
Daniel G. Bolduc, biologiste, M. Env.**

Comité de santé environnementale du Québec

Janvier 1994

1.

INTRODUCTION

À la demande du ministère de l'Environnement du Québec et du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, le Comité de santé environnementale du Québec a préparé un avis de santé publique au sujet du risque de transmission de maladies infectieuses par les moustiques proliférant dans les dépotoirs de pneus hors d'usage. Le présent document constitue une partie de cet avis. Il fait une revue de la littérature scientifique publiée à propos des moustiques qui sont transportés et qui se multiplient dans les pneus hors d'usage. Le document présente notamment la situation américaine et québécoise. Les aspects épidémiologiques sont traités dans le document *Épidémiologie des infections à arbovirus susceptibles d'être transmises par les moustiques proliférant dans les dépotoirs de pneus hors d'usage* rédigé par Marie-Claude Messely.

Les principales préoccupations face à cette problématique sont surtout reliées à l'importation de pneus hors d'usage en provenance des États-Unis. Il semble fort probable que des récupérateurs reçoivent des pneus hors d'usage provenant des États-Unis à cause des problèmes de gestion des déchets vécus par nos voisins du sud. Comme un lien a été établi entre la transmission de maladies et les insectes piqueurs se reproduisant dans des dépôts de pneus hors d'usage aux États-Unis, notamment en Ohio, les autorités québécoises s'interrogent du phénomène d'importation au Canada et au Québec de pneus potentiellement contaminés en provenance des États-Unis.

2. PROBLÉMATIQUE

Sur le territoire nord-américain, les pneus hors d'usage retrouvés dans les dépotoirs ou dans l'environnement favorisent la prolifération et la propagation de plusieurs espèces de moustiques (Classe: Insectes, Ordre: Diptères, Famille: Culicidae), lesquelles se retrouvent normalement dans des gîtes naturels tels les creux d'arbres, les mares de rochers ou les fossés humides (BOURASSA *et al.*, 1992; MAIRE *et al.*, 1992).

Ce nouvel habitat d'origine humaine que sont les pneus hors d'usage est très utilisé par certaines espèces de moustiques lors de leur période de reproduction. Ceci s'explique par la présence de conditions idéales dans les pneus qui permettent la croissance des populations larvaires. Ces conditions sont assurées par la présence d'eau stagnante, de matières organiques tels les débris de feuilles mortes et d'une température adéquate pour favoriser l'éclosion des oeufs (BEIER *et al.*, 1983a; BURGESS & NIPLÉ LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; JACQUES *et al.*, 1989; RHAINDS et DEWAILLY, 1989). L'éclosion ne se produit que si les oeufs sont maintenus dans l'eau (MALCOLM PIRNIE INC., 1991). Ainsi, la méthode d'entreposage des pneus hors d'usage s'avère un facteur crucial pour l'accumulation d'eau et de matières organiques dans ces derniers et, conséquemment, pour la colonisation des moustiques (BAUMGARTNER, 1988). En raison de l'existence de conditions adéquates à l'intérieur des pneus, la période de croissance des moustiques se fait alors plus rapidement que dans leurs habitats naturels (BAUMGARTNER, 1988; JACQUES *et al.*, 1989; RHAINDS et DEWAILLY, 1989). Le peu de prédateurs naturels pouvant s'infiltrer à l'intérieur des pneus favorisent grandement le succès de reproduction et de développement des moustiques. De plus, la protection offerte par les pneus face à l'épandage d'insecticides limite le contrôle qu'il est possible d'effectuer pour éliminer les moustiques (MALCOLM PIRNIE INC., 1991).

L'intérêt accordé aux moustiques se développant dans les pneus hors d'usage provient du fait qu'ils peuvent être vecteurs de virus responsables d'encéphalites humaines. Ces encéphalites s'avèrent une infection au cerveau et sont transmises à l'humain suite à une piqûre d'un moustique femelle infecté par un virus (BURGESS & NIPLÉ LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; JACQUES *et al.*, 1989; RHAINDS et DEWAILLY, 1989). Le terme arbovirus est également utilisé pour désigner tous les virus qui sont transmis par des arthropodes et qui se multiplient dans des hôtes vertébrés ou dans le vecteur lui-même. Des phénomènes mis en évidence plus récemment dans les climats tempérés, comme la transmission trans-ovarienne et la transmission vénérienne des virus chez les vecteurs, viennent favoriser la survie et la propagation rapide de ces virus dans les populations de vecteurs.

En Amérique du Nord, en plus des espèces indigènes de moustiques, il peut y avoir également des espèces provenant des autres continents. Par conséquent, il peut s'ensuivre une introduction de populations de moustiques et de nouvelles espèces, de même que de nouvelles souches virales. Le danger d'introduire en Amérique du Nord des moustiques lors de l'importation de vieux pneus provenant d'autres continents est connu depuis la fin de la Seconde Guerre Mondiale (HAWLEY *et al.*, 1987; REITER et SPRENGER, 1987; CORNEL et HUNT, 1991).

2.1 Problématique aux États-Unis

Les informations relatives aux risques potentiels pour la santé associés aux moustiques retrouvés dans les pneus hors d'usage demeurent restreintes. Elles se limitent principalement à deux rapports de consultants de l'Ohio portant sur les pneus usagés. Quelques articles scientifiques ont également été publiés récemment concernant, entre autres, l'Ohio, le Wisconsin, le Connecticut, l'Illinois, l'Indiana, le Minnesota, la Virginie Occidentale, la Floride, le Texas et la Californie. Il faut dire que cette problématique n'est étudiée que depuis le début des années 80.

Aux États-Unis, les quelques 200 millions de pneus abandonnés annuellement dans un dépôt ou dans l'environnement deviennent un habitat majeur pour la reproduction de plusieurs espèces de moustiques (BEIER *et al.*, 1983b; BAUMGARTNER, 1988). Ces derniers sont considérés comme des vecteurs de certaines maladies virales. Dans le contexte américain, il s'agit notamment de *Culex pipiens*, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* et *Aedes triseriatus* (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987, BAUMGARTNER, 1988).

Pour expliquer la progression rapide de l'aire de répartition de certains moustiques, REITER et SPRENGER (1987) donnent comme exemple le cas de *Aedes albopictus* qui ne peut voler que sur de courtes distances, moins de 1 km. Pourtant cette espèce a, dans un laps de temps très court, étendu son aire de répartition à plusieurs états américains. Pour ce faire, les auteurs suggèrent qu'il doit y exister un moyen simple et efficace qui est associé aux activités humaines permettant une telle dispersion. En effet, cette dispersion de *A. albopictus* ainsi que celle des autres espèces de moustiques peut être assurée par le transport de vieux pneus renfermant des oeufs entre différents états américains (REITER et SPRENGER, 1987; ANDREADIS, 1988).

2.1.1 Principaux moustiques impliqués

2.1.1.1 *Culex pipiens*

Ce moustique se retrouve partout en Amérique du Nord (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987). Il s'agit d'une espèce à vaste répartition géographique. Selon MAIRE et AUBIN (1980), cette espèce aurait été introduite en Amérique du Nord par les premiers immigrants européens.

Il s'avère le vecteur primaire du virus de l'encéphalite de Saint-Louis (SLE). En fait, plusieurs espèces de *Culex* sont reconnues pour leur rôle dans la transmission de ce virus (BEIER *et al.*, 1983a et 1983b; TSAI et MONATH, 1987). TSAI et MONATH (1987) mentionnent qu'aux États-Unis l'encéphalite de Saint-Louis représente la plus importante des maladies transmises par les moustiques. Les oiseaux sont reconnus comme étant les hôtes de ce virus. Ainsi, le virus SLE est maintenu parmi les populations d'oiseaux par l'entremise des moustiques du genre *Culex* (TSAI et MONATH, 1987). Le moustique femelle adulte s'infecte en piquant des oiseaux déjà contaminés par ce virus. Un moustique femelle adulte vecteur du virus peut transmettre ce dernier à l'humain s'il le pique à son tour (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; TSAI et MONATH, 1987). Le virus SLE ne peut être directement transmis aux oeufs du vecteur par transmission trans-ovarienne (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987).

Le principal habitat pour *C. pipiens*, lors de sa période de reproduction, se compose d'eau contenant généralement une forte teneur en matières organiques. Il peut s'agir d'eau septique ou de mares stagnantes (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; TSAI et MONATH, 1987). Toutefois, les larves de ce moustique sont aussi aptes à se développer dans divers objets abandonnés dans l'environnement: boîtes de conserves, barils et pneus hors d'usage.

Ces habitats artificiels s'avèrent cependant un choix secondaire. Néanmoins, ils peuvent constituer un gîte de choix. Dans les régions urbaines américaines, les pneus usagés représentent l'une des deux sources majeures des populations de *C. pipiens*. L'autre source étant les bassins de captage associés aux égouts pluviaux. Les oeufs du moustique *C. pipiens* ne pouvant résister à la dessiccation, la structure même des pneus leur procurent un microhabitat ayant des conditions optimales pour le développement des larves. En effet, ils peuvent contenir des débris de matières organiques et retenir de l'eau pour de très longues périodes (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987). Ce moustique passe la période hivernale sous forme adulte (OHIO STATE UNIVERSITY, 1992)

En 1986, l'examen de 44 dépotoirs de pneus hors d'usage a été réalisé en Ohio. Le moustique *C. pipiens* était présent à l'intérieur de tous les pneus échantillonnés. En conséquence, l'étude concluait que là où il y a des vieux pneus et où les conditions sont favorables à la croissance des larves (lumière, eau, débris organiques), la population de *C. pipiens* s'en trouve alors artificiellement accrue. Par le fait même, en Ohio, les risques pour les humains de contracter une encéphalite de Saint-Louis à proximité des dépotoirs de pneus hors d'usage augmenteraient (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987).

2.1.1.2 *Aedes aegypti*

Suite aux activités humaines, ce moustique d'origine africaine a été disséminé dans plusieurs pays (ROSEN *et al.*, 1983). Selon MONATH (1986), le moustique *Aedes aegypti* est présent dans le sud-est des États-Unis. L'auteur signale que lors des périodes estivales ce moustique peut occasionnellement atteindre Philadelphie (Pennsylvanie). Cette ville représente en fait sa limite nord de répartition. Toutefois, pendant la période hivernale, *A. aegypti* ne tolère pas les températures froides, ce qui le confine plus au sud.

Le moustique *A. aegypti* s'avère le vecteur primaire de la fièvre jaune et de la dengue. Ces deux maladies virales affectent les humains à divers degrés (ROSEN *et al.*, 1983; BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; MALCOLM PIRNIE INC, 1991). La dengue est une maladie fébrile qui est transmise par la piqûre d'un moustique vecteur du virus.

MONATH (1986) rapporte que *A. aegypti* a déjà été responsable de la transmission de la dengue dans le sud du Texas en 1980 lors d'une petite épidémie. Cet événement a été le premier du genre aux États-Unis depuis 1945 et a été causé par la propagation d'une épidémie sévissant au Mexique. Malgré la présence de *A. aegypti* dans le sud des États-Unis, il n'y a eu aucun autre phénomène du genre (MONATH, 1986). Étant donné la présence de *A. aegypti*, le risque de contracter la dengue ou la fièvre jaune n'est donc pas totalement nul dans le sud des États-Unis (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987).

Dans les régions urbaines, le moustique *A. aegypti* utilise principalement les microhabitats artificiels (pneus hors d'usage, boîtes de conserve, barils) situés près des résidences (MONATH, 1986; BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987).

2.1.1.3 *Aedes triseriatus*

Ce moustique se retrouve dans l'est de l'Amérique du Nord (GRIMSTAD et HARAMIS, 1984; CDC, 1988a; LIVDAHL et WILLEY, 1991) et dans le centre des États-Unis (CDC, 1988a).

Les scientifiques s'intéressent à ce moustique puisqu'il peut être vecteur de plusieurs virus responsables d'encéphalites humaines. Il peut s'agir des virus du groupe californien (RHAINDS et DEWAILLY, 1989; MAIRE et AUBIN, 1980). Toutefois, *Aedes triseriatus* est reconnu surtout

comme le vecteur primaire du virus de l'encéphalite de La Crosse (TURELL et LEDUC, 1983; BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; CDC, 1988a et 1988b; MAIRE *et al.*, 1992) et peut-être même le seul vecteur épidémiologique significatif (CLARK *et al.*, 1985; RHAINDS et DEWAILLY, 1989). En plus d'être vecteur du virus de La Crosse, *A. triseriatus* est également le réservoir d'infection de celui-ci (TSAI et MONATH, 1987). Le virus de La Crosse peut s'observer chez les humains et les animaux. Les petits mammifères habitant la forêt ou se trouvant à proximité de boisés, tels les lièvres (TRAAVIK *et al.*, 1985), les écureuils ou les tamias (THOMPSON, 1983; YUILL, 1983; MONATH, 1986; BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; TSAI et MONATH, 1987), sont quelques-uns des principaux hôtes du virus de La Crosse. L'humain peut devenir infecté s'il est piqué par un moustique femelle porteur du virus (TSAI et MONATH, 1987; RHAINDS et DEWAILLY, 1989).

Le moustique *A. triseriatus* permet le maintien du virus de La Crosse dans l'environnement via trois façons : suite à une piqûre chez le vertébré hôte (TSAI et MONATH, 1987), lors des transmissions transovarienne et vénérienne (THOMPSON, 1983; TURELL et LEDUC, 1983; CLARK *et al.*, 1985; TSAI et MONATH, 1987). Le moustique femelle adulte peut par la transmission transovarienne du virus le transmettre à ses progénitures. Les mâles issus d'une telle progéniture peuvent éventuellement le transmettre à leur tour à des femelles non infectées lors de l'accouplement (THOMPSON, 1983; TURELL et LEDUC, 1983).

CDC (1988a), de même que RHAINDS et DEWAILLY (1989) mentionnent que les personnes atteintes de l'encéphalite de La Crosse habitent généralement près d'un boisé ou d'une forêt. Les enfants âgés de 5 à 10 ans sont le groupe le plus à risque (RHAINDS et DEWAILLY, 1989). Une étude menée en Virginie Occidentale a démontré que les enfants souffrant de l'encéphalite de La Crosse étaient âgés entre 1 et 14 ans; l'âge moyen était de 7 ans. Ces enfants ont contracté une encéphalite durant la période estivale et le début de la période automnale (CDC, 1988a).

Contrairement à *Culex pipiens*, *Aedes triseriatus* peut se reproduire dans des gîtes d'origine naturelle ou artificielle, en autant qu'ils retiennent suffisamment d'eau et de débris organiques (GRIMSTAD et HARAMIS, 1984; BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; TSAI et MONATH, 1987). La température est également un facteur primordial au développement des populations larvaires de *A. triseriatus*. La température qui permettrait leur développement se situe entre 12° et 23 °C (JACQUES *et al.*, 1989). Les conditions environnementales affectent aussi bien les larves que les moustiques adultes. Par exemple, si les ressources nutritives sont peu abondantes, il y aura, entre autres, une hausse du taux de mortalité des larves, une prolongation du développement larvaire. De plus, ces individus, une fois adultes, auront une plus petite taille, une fécondité et une longévité moindres (GRIMSTAD et HARAMIS, 1984). *A. triseriatus* passe l'hiver en stade oeuf (OHIO STATE UNIVERSITY, 1992).

Les creux d'arbres sont les gîtes naturels reconnus pour cette espèce de moustique (HEDBERG *et al.*, 1985; BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; JACQUES *et al.*, 1989; RHAINDS et DEWAILLY, 1989; BOURASSA *et al.*, 1992). En fait, les creux des feuillus caducs représentent le principal habitat lors de la période de reproduction de *A. triseriatus* (GRIMSTAD et HARAMIS, 1984; MONATH, 1986). Le nombre de larves atteignant le dernier stade de croissance est grandement limité, entre autres, par le volume d'eau contenu dans les creux d'arbres (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987).

Les divers objets abandonnés (pneus, contenants de plastique ou en métal) peuvent également être utilisés par *A. triseriatus* s'ils sont situés près ou dans un secteur ombragé, soit près des forêts ou des boisés (BEIER *et al.*, 1983a et 1983b; HEDBERG *et al.*, 1985; BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; BAUMGARTNER, 1988; RHAINDS et DEWAILLY, 1989; LIVDAHL et WILLEY, 1991; MAIRE *et al.*, 1992). Comparativement aux pneus abandonnés dans un milieu ayant moins de végétation, les pneus retrouvés dans les régions boisées reçoivent davantage de feuilles mortes et une eau de pluie plus riche en matières organiques suite à son

ruissellement dans les arbres (BEIER *et al.*, 1983a et 1983b). Selon l'étude de ANDREADIS (1988), quelques *A. triseriatus* auraient également pondus leurs oeufs à quelques reprises dans des pneus exposés au soleil. Par la présence d'eau, de chaleur et de débris organiques, les dépôts de pneus hors d'usage agissent comme un incubateur en réduisant la période de maturation du moustique *A. triseriatus* (BAUMGARTNER, 1988; JACQUES *et al.*, 1989; RHAINDS et DEWAILLY, 1989). Les pneus usagés favorisent la population de ce moustique en augmentant de trois à six fois le taux d'oeufs pondus quotidiennement par rapport à celui des moustiques retrouvés dans les habitats dépourvus de pneus. Les oeufs de *A. triseriatus* peuvent résister aux conditions de sécheresse et demeurent viables même en absence d'eau pendant trois ans. Ces oeufs infectés pondus dans les pneus hors d'usage peuvent être transportés sur de grandes distances lors d'importation. Ainsi, le transport de tels pneus permet une dispersion rapide et efficace du virus de La Crosse vers de nouvelles localités (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987).

L'abandon ou un mauvais entreposage des vieux pneus dans les secteurs résidentiels ont aggravé le problème du virus de La Crosse dans l'Ohio et dans d'autres États du Mid-West américain (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987). Dans une région boisée typique, il s'y trouve généralement une petite population de *A. triseriatus*. Cependant, en introduisant des pneus dans l'environnement, il y a une hausse du nombre de gîtes potentiellement utilisables par ce moustique lors de sa période de reproduction. Il en résulte alors une augmentation du nombre de moustiques (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; JACQUES *et al.*, 1989; BOURASSA *et al.*, 1992) ainsi que des risques de propagation du virus de La Crosse (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987). Ce phénomène se produit surtout si les pneus abandonnés ou entreposés dans un milieu boisé se trouvent à proximité des résidences (BAUMGARTNER, 1988) puisque le moustique *A. triseriatus* possède un rayon d'action limité. Ce rayon serait moins de 500 mètres (MATHER et DEFOLIART, 1984). D'après l'examen des cas diagnostiqués d'encéphalite de La Crosse en Ohio entre 1982 et 1983, les enfants qui ont contracté le virus avaient été exposés à des milieux boisés dans lesquels il y avait une faible densité de creux d'arbres, mais il s'y trouvait cependant un nombre variable de pneus (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987). Ces auteurs mentionnent que l'enlèvement de ces pneus devraient diminuer significativement les gîtes servant à la reproduction de *A. triseriatus*.

Les études menées par le «Ohio Department of Health» sembleraient indiquer que les personnes vivant, travaillant, visitant ou jouant près de quelques vieux pneus ou d'un dépôt de pneus hors d'usage sont davantage exposées aux moustiques que les personnes qui n'ont aucun contact avec ces pneus et ce, même si des moustiques vecteurs de virus sont présents naturellement dans l'environnement (MALCOLM PIRNIE INC., 1991).

Quant au CDC (1988b), les auteurs mentionnent que les risques associés aux divers contenants artificiels ou naturels supportant la croissance de *A. triseriatus* demeurent inconnus même si les pneus hors d'usage sont reconnus comme étant une source importante de ce moustique. Quant à l'étude de HEDBERG *et al.* (1985), leurs résultats suggèrent que les contenants artificiels peuvent augmenter les risques d'exposition à l'encéphalite de La Crosse surtout si ces objets sont situés près des maisons tant en milieu urbain que rural. MONATH (1986) appuie HEDBERG *et al.* (1985) en mentionnant que les humains se voient potentiellement exposés à *A. triseriatus*, vecteur potentiel du virus de La Crosse, s'ils côtoyaient ce genre d'écosystème. Une étude menée en Virginie Occidentale suggère que l'élimination des pneus usagés pourrait être la méthode la plus appropriée pour contrôler les populations de *A. triseriatus*. Cette méthode serait plus efficace que l'enlèvement de tous les autres contenants ou l'obturation des creux d'arbres (CDC, 1988b). Au Wisconsin, l'élimination de pneus abandonnés dans les environs de la ville de La Crosse a provoqué une baisse dans le nombre de personnes atteintes du virus de La Crosse (BEIER *et al.*, 1983a).

2.1.1.4 *Aedes albopictus*

Il y a maintenant quelques années, le moustique *A. albopictus*, en anglais le «Asian Tiger mosquito», a été introduit et a colonisé l'Amérique du Nord suite à l'importation de pneus hors d'usage en provenance d'Asie (MONATH, 1986; BURGESS & NIPLÉ LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; HAWLEY *et al.*, 1987; BERRY *et al.*, 1988; FRANCY *et al.*, 1990; CORNEL et HUNT, 1991; LIVDAHL et WILLEY, 1991; MALCOLM PIRNIE INC., 1991; MITCHELL *et al.*, 1992). Il s'agit là, selon MITCHELL *et al.* (1992), de la voie d'introduction la plus probable. HAWLEY *et al.* (1987) rapportent que les pneus hors d'usage importés aux États-Unis proviennent de l'Asie tropicale et surtout de la zone tempérée de l'Asie. Selon ces auteurs, les moustiques *A. albopictus* retrouvés en Amérique du Nord et ceux de la zone tempérée de l'Asie démontrent une tolérance similaire aux températures froides. Ces auteurs concluent donc que *A. albopictus* présent aux États-Unis aurait pour origine la zone tempérée du nord de l'Asie. La première population de *A. albopictus* a été observée, en août 1985, dans un dépotoir de pneus hors d'usage à Houston dans l'état du Texas. Déjà à cette époque, il était évident que ce moustique pouvait se reproduire aisément (MONATH, 1986; HAWLEY *et al.*, 1987; LIVDAHL et WILLEY, 1991). HAWLEY *et al.* (1987) mentionnent par ailleurs que *A. albopictus* avait alors été identifié comme étant le moustique le plus abondant dans les gîtes artificiels au dépotoir de Houston. Selon HAWLEY *et al.* (1987) et FRANCY *et al.* (1990), les vieux pneus seraient le principal site de reproduction pour cette espèce aux États-Unis.

HAWLEY *et al.* (1987) signalent qu'en septembre 1986, la répartition de *A. albopictus* en Amérique du Nord avait atteint le 40°N. Cette latitude correspond aux états de l'Ohio et de l'Indiana. Selon ces auteurs, l'atteinte de cette limite «nordique» n'est pas un phénomène passager. Il s'agit plutôt du début de l'établissement de *A. albopictus* à ces latitudes. Une comparaison des conditions météorologiques entre l'Asie du Nord et l'Amérique du Nord, réalisée par HAWLEY *et al.* (1987), a démontré que *A. albopictus* serait capable d'infester la plupart des États du Mid-West américain et des États de l'Est. Le *AMCA Newsletter* d'août 1993, publié par l'American Mosquito Control Association, rapporte toujours la présence de *A. albopictus* en Ohio durant l'été 1993 (WAGNER, 1993). SMITH *et al.* (1990) soulignent que la propagation de ce moustique peut être estimée en étudiant les déplacements des cargaisons de pneus hors d'usage et les lieux d'entreposage. REITER et SPRENGER (1987) indiquent que *A. albopictus* ne peut voler que sur de courtes distances, soit moins de 1 km.

Selon MONATH (1986), par son caractère anthropophile et par sa grande capacité de s'adapter écologiquement, le moustique *A. albopictus* peut envahir les États du Centre-Nord où les hivers sont plus rigoureux que ceux sévissant dans les États du Sud. Toutefois, selon l'étude de HAWLEY *et al.* (1987), ce moustique pourrait infester la majorité de l'Amérique du Nord tempérée. Dans ce sens, FRANCY *et al.* (1990) rapportent que *A. albopictus* survit aux périodes hivernales dans la majorité des États du «Mid-West» américain.

L'état actuel corrobore parfaitement les dires de MONATH (1986) et de HAWLEY *et al.* (1987). Les populations de *A. albopictus* sont maintenant très répandues et se retrouvent surtout dans le Sud-Est (BERRY *et al.*, 1988; LIVDAHL et WILLEY, 1991), le Mid-West (FRANCY *et al.*, 1990; LIVDAHL et WILLEY, 1991) et le Centre-Nord (ANDREADIS, 1988) des états américains. Selon CORNEL et HUNT (1991), le nombre d'états américains où *A. albopictus* a été observé s'élève à 17. MITCHELL *et al.* (1992), quant à eux, signalent que ce moustique est désormais bien établi dans plus de 21 états américains contigus en plus de l'état d'Hawaï. MOORE *et al.* (1988) précise que la distribution d'*A. albopictus* aux États-Unis est toutefois ponctuelle et discontinue. À plusieurs endroits, il est par contre très abondant (MOORE *et al.*, 1988). Par exemple, à l'été 1993, il a été noté dans plus de 60% des 25 dépotoirs de pneus hors d'usage examinés en Caroline du Nord (HARRISON, 1993).

La répartition de *A. albopictus* dans les états américains s'explique en partie par sa capacité de tolérer les températures prévalantes dans ces régions et de s'adapter très bien à divers types d'habitats. En effet, lors de sa période de reproduction, les moustiques adultes peuvent se retrouver dans les milieux urbains, suburbains et ruraux. La femelle peut déposer ses oeufs tant dans des objets abandonnés (pneus, boîtes de conserve) que dans des gîtes naturels tels les creux d'arbres (MONATH, 1986; BURGESS & NIPL LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; HAWLEY *et al.*, 1987; FRANCY *et al.*, 1990). *A. albopictus* est à l'origine une espèce fréquentant les forêts asiatiques inhabitées. Il s'est rapidement adapté aux habitats créés artificiellement par l'homme. Actuellement, aux États-Unis, il semble se limiter encore qu'aux vieux pneus et autres gîtes artificiels. Il pourrait cependant en venir à coloniser les trous d'arbres en milieu naturel (MOORE *et al.*, 1988). Dans de telles conditions, *A. albopictus* se retrouverait à proximité des réservoirs et hôtes naturels des arbovirus indigènes d'Amérique du Nord, ce qui favoriserait alors grandement l'établissement de ce moustique comme vecteurs de ces arbovirus, comme par exemple les encéphalites de Californie (FRANCY *et al.*, 1990). Notons que LIVDAHL et WILLEY (1991) mentionnent un fait intéressant à savoir que *Aedes triseriatus* serait le plus grand compétiteur potentiel de *A. albopictus* pour nicher dans les creux d'arbres. Ces auteurs pensent toutefois que la présence de *A. triseriatus* serait insuffisante pour éviter l'établissement futur de *A. albopictus* en milieu naturel.

Par ailleurs, les oeufs de *A. albopictus* s'avèrent très résistants aux conditions de sécheresse de même qu'aux températures froides (BURGESS & NIPL LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987). Les travaux de HAWLEY *et al.* (1987) ont démontré que l'éclosion des oeufs de *A. albopictus* était possible après qu'ils aient été exposés à une température de -10°C pendant une période de 24 heures. De plus, il semble que les larves et les adultes de la souche d'*A. albopictus* observée aux États-Unis demeure sensible à la diminution de la photopériode, ce qui n'est pas le cas des souches récoltées au Brésil. Le cycle de reproduction de la souche nord-américaine présente une diapause, c'est-à-dire une période de dormance où les oeufs n'éclosent pas avant que les conditions climatiques redeviennent favorables (p. ex. température, présence d'eau) (HAWLEY *et al.*, 1987). La longueur minimale de la diapause déterminera les régions climatiques auxquelles pourra s'étendre *A. albopictus* en Amérique du Nord.

En raison de la présence simultanée de *A. aegypti* et de *A. albopictus* sur le continent asiatique, il a été souvent difficile de déterminer leur contribution relative dans la transmission de maladies virales. Toutefois, lors de nombreuses épidémies durant lesquelles *A. aegypti* était absent, le rôle prépondérant de *A. albopictus* comme vecteur a alors été établi (MONATH, 1986). Le moustique *A. albopictus* est le vecteur primaire de la dengue en Asie (MONATH, 1986; BURGESS & NIPL LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; FRANCY *et al.*, 1990). Dans un contexte américain, ce moustique pourrait également jouer un rôle potentiel dans la transmission de plusieurs autres maladies virales (MONATH, 1986; HAWLEY *et al.*, 1987). Les maladies potentielles les plus courantes sont la dengue (MONATH, 1986; FRANCY *et al.*, 1990; LIVDAHL et WILLEY, 1991; MALCOLM PIRNIE INC., 1991), la fièvre jaune, l'encéphalite de La Crosse (MONATH, 1986; BURGESS & NIPL LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; HAWLEY *et al.*, 1987; MALCOLM PIRNIE INC., 1991) et l'encéphalite de Saint-Louis (HAWLEY *et al.*, 1987). *A. albopictus* demeurent un vecteur compétent et efficace pour tous les types d'encéphalite de Californie (MOORE *et al.*, 1988; MONATH, 1986).

Aux États-Unis, *A. albopictus* peut également être vecteur du virus de l'encéphalite équine de l'est (EEE). ANDREADIS (1988) et MITCHELL *et al.* (1992) signalent que le vecteur principal du virus EEE est le moustique *Culiseta melanura*. *Coquillettidia perturbans* est également identifié comme un des vecteurs primaires du virus (OHIO STATE UNIVERSITY, 1992). Ce virus est le plus rare des arbovirus impliqués dans les encéphalites transmises par les moustiques aux États-Unis, mais il démontre un taux de mortalité élevé (MITCHELL *et al.*, 1992; OHIO STATE UNIVERSITY, 1992). Les résultats d'une étude menée en Floride indiquent que le moustique *A. albopictus* constitue aussi une menace comme vecteur épizootique et épidémique du virus EEE.

(MITCHELL *et al.*, 1992). Selon le OHIO STATE UNIVERSITY (1992), l'encéphalite équine de l'Est est plus commune dans les états côtiers de l'Atlantique; le Michigan serait le seul état du midwest américain ayant régulièrement des éclosions de cas.

A. albopictus est reconnu comme étant un moustique diurne ayant un comportement piqueur très agressif envers les mammifères et l'homme (HAWLEY *et al.*, 1987; MOORE *et al.*, 1988; FRANCY *et al.*, 1990). Les femelles *A. albopictus* infectées peuvent transmettre directement les virus de La Crosse et de la dengue à ses progénitures via ses oeufs (MONATH, 1986; BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; FRANCY *et al.*, 1990). Ce mécanisme de transmission transovarienne d'un virus pourrait contribuer à maintenir la présence endémique d'encéphalites de Californie (MONATH, 1986; BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; HAWLEY *et al.*, 1987; FRANCY *et al.*, 1990). De plus, ce mécanisme s'avère efficace par sa rapidité pour transférer des virus à travers les populations de moustiques.

Selon MOORE *et al.* (1988), *A. albopictus* n'avait, en 1988, pas encore été incriminé dans la dispersion en Amérique du Nord de maladies. Il le sera probablement pas tant et aussi longtemps que les niveaux naturels de moustiques-réservoirs et de contact moustiques/hommes n'excéderont un certain seuil (du reste plutôt difficile à déterminer). L'impact potentiel de l'arrivée d'un vecteur comme *A. albopictus* dans un nouvel environnement demeure difficile à prédire. Cependant, selon ces auteurs, la présence de ce nouveau vecteur très compétent pourrait signifier une résurgence de la dengue dans le nord des États-Unis. Dans le cas de l'endémie d'encéphalite de La Crosse, MOORE *et al.* (1988) sont d'avis que, puisque le virus est déjà présent dans certains états de l'Est des États-Unis, *A. albopictus* pourrait en venir à jouer un rôle vectoriel plus important que pour les autres virus. HAWLEY *et al.* (1987) sont d'avis qu'*A. albopictus* a un fort potentiel pour servir de vecteur au maintien endémique ou à des épidémies d'arbovirus aux États-Unis. Si *A. albopictus* devient un porteur répandu et naturel des virus du type californien, principalement s'il étend ses gîtes de reproduction aux trous d'arbres, il est possible, selon MONATH (1986), que l'incidence de la maladie augmente aux États-Unis. Le portrait épidémiologique des encéphalites de Californie pourrait potentiellement être modifié, passant d'une endémie limitée aux zones forestières et transmise par *A. triseriatus* à des épidémies transmises par *A. albopictus* en zones suburbaines et urbaines. Cette situation ferait augmenter l'exposition des jeunes enfants à ces arbovirus (MONATH, 1986). En mars 1986, lors d'une réunion d'entomologistes, d'épidémiologistes et de professionnels de la santé, il y a eu consensus à l'effet que le moustique *A. albopictus* représentait un risque potentiel pour la santé publique (FRANCY *et al.*, 1990).

2.2 Problématique au Québec

Au Québec, des chercheurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières et de l'Institut Armand-Frappier, de même que des organisations de santé publique se sont penchés sur la question. Louis Jacques, Pierre Lainesse et Claude Tremblay de l'ex-DSC de l'Hôpital Charles LeMoyne ont examiné cette problématique en 1989 dans le cadre de leurs travaux sur l'ancien dépotoir de pneus de Saint-Amable. La même année, Marc Rhains et Éric Dewailly de l'ex-DSC du CHUL ont également abordé le sujet en regard du dépôt de pneus de Saint-Gilles-de-Lotbinière. Notez cependant qu'aucun d'eux n'a étudié la possibilité d'introduction de nouveaux moustiques ni de nouvelles souches virales au Québec par importation de vieux pneus en provenance des États-Unis. Le risque qui découlerait de l'introduction au Québec d'*Aedes albopictus* pour la santé de la population québécoise n'a donc pas été évalué par ces études.

Jean-Pierre Bourassa et Alain Maire du Laboratoire de recherche sur les arthropodes piqueurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), en collaboration avec Serge Belloncik de l'Institut Armand-Frappier, ont pour leur part mené des travaux de recherche sur les incidences écologiques et épidémiologiques de la colonisation des dépotoirs de pneus par les moustiques au Québec. Au Canada, M. Harvey Artsob du «Laboratory Centre for Diseases Control» de Santé Canada s'intéresse à tout ce qui concerne les arbovirus, alors que certains chercheurs du sud de l'Ontario (Guelph University) surveille notamment l'introduction possible d'*Aedes albopictus* au Canada.

Selon MAIRE et AUBIN (1980), 52 espèces de moustiques étaient recensées dans la péninsule du Québec-labrador en 1980. La majorité des espèces du Québec appartiennent à la catégorie des espèces piqueuses plutôt qu'à celle des espèces vectrices de maladies. Les moustiques du Québec demeurent une source de nuisance bien connue qui se manifeste brutalement à la fin du printemps puis cesse généralement à la fin du mois de juillet (MAIRE et AUBIN, 1980).

Néanmoins, certaines espèces indigènes du Québec peuvent être des vecteurs de maladies virales. Au Canada et au Québec, des arbovirus sont régulièrement isolés à partir de diptères culicidés. Certains de ces virus ont été identifiés comme pouvant être responsables d'encéphalites chez les humains et les animaux (BOURASSA *et al.*, 1992). MAIRE et AUBIN (1980) ont identifié 35 espèces de moustiques québécois pouvant être des agents potentiels d'encéphalite. Parmi les principaux vecteurs connus d'encéphalites aux États-Unis, *Aedes triseriatus*, *Culex pipiens* et *Culiseta melanura* sont présents au Québec. Cependant, ces espèces se limitent au sud du Québec (zone tempérée). *Culex pipiens* n'est d'ailleurs jamais abondante (MAIRE et AUBIN, 1980). *Aedes albopictus* et *Aedes aegyptii* n'ont jamais été détectés au Québec (BOURASSA, MAIRE, BELLONCIK, communication personnelle, novembre 1993).

L'étude de BOURASSA *et al.* (1992) a permis de tracer un profil concernant la présence d'arbovirus dans les moustiques québécois. Cette étude a principalement permis de recenser les espèces de moustiques présentes dans les creux d'arbres et les pneus hors d'usage dans le Québec méridional et d'isoler les arbovirus sur des larves de culicidés. Les résultats obtenus sont le fruit de plusieurs années d'échantillonnage.

Lors de l'inventaire mené en 1987, les résultats démontrent que deux espèces de moustiques nichent dans les creux d'arbres. Il s'agit de *Aedes triseriatus*, présent dans les creux de cinq espèces d'arbres, et de *Aedes hendersoni*, observé dans deux essences forestières. Les auteurs signalent qu'au Québec il y a peu d'espèces d'arbres qui ont une écorce favorisant la formation de creux et la rétention d'eau.

Les inventaires des moustiques, menés en 1985, dans les dépotoirs de pneus hors d'usage dans le sud-ouest du Québec signale la présence de six espèces culicidiennes: *Aedes triseriatus*, *Anopheles punctipennis*, *Culiseta impatiens*, *Culex restuans*, *Culex territans* et *Culex pipiens* (voir tableau 1). Les populations les plus abondantes associées à ce type d'habitat étaient *C. restuans* (retrouvé dans 100 % des échantillons) et *A. triseriatus* (présent dans 58 % des échantillons) (BOURASSA *et al.*, 1992). Les densités moyennes et maximales (larves/litres) de ces deux espèces de moustiques dans les pneus étaient également les plus élevées. Le moustique *C. restuans* est une espèce ornithophile jouant un rôle comme vecteur du virus de l'encéphalite de Saint-Louis au sein des populations d'oiseaux (MAIRE *et al.*, 1992). Quant à *A. triseriatus*, il est reconnu comme vecteur primaire de l'encéphalite de La Crosse chez les humains (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; CDC, 1988a et 1988b; MAIRE *et al.*, 1992). Selon MAIRE *et al.* (1992), les populations larvaires de *A. triseriatus* et de *C. restuans* nichent fréquemment dans les pneus abandonnés surtout si ces derniers se trouvent dans un milieu peu ensoleillé.

Tableau 1
Résultats tirés des travaux de Bourassa et al. (1992) sur les espèces de moustiques colonisant les pneus abandonnés au Québec

Espèce	Fréquence (%) dans les pneus abandonnés	Virus détectés	Caractéristiques de l'espèce
<i>Aedes triseriatus</i>	58,6	TVT, SSH	Espèce anthropophile Phénologie : mi-mai à la mi-août Gîte principal : fentes et trous dans les arbres (1)
<i>Anopheles punctipennis</i>	10,3	-	Espèce anthropophile Gîte principal : tourbières et lacs artificiels (1)
<i>Culiseta impatiens</i>	10,3	-	Espèce anthropophile Gîte principal : trous d'eau, mares à forte turbidité (1)
<i>Culex restuans</i>	100,0	SSH	Espèce ornithophile Phénologie : Début juin à octobre Gîte principal : rives de cours d'eau, mares (1)
<i>Culex territans</i>	31,0	-	Espèce batracophile Gîte principal : rives de cours d'eau, mares (1)
<i>Culex pipiens</i>	(*)	SSH	Espèce anthropophile Gîte principal : rives de cours d'eau (1)

(1) MAIRE et AUBIN, 1980; (*) Seulement quelques individus ont été inventoriés dans l'étude en 1989.

N.B. : TVT : Trivittatus; SSH : Snowshoe Hare

Selon les analyses virologiques de 74 échantillons de larves effectuées par BOURASSA *et al.* (1992), l'arbovirus SSH a été détecté dans 19 échantillons et le TVT dans un seul. Ces auteurs affirment que leurs résultats corroborent avec ceux de BELLONCIK *et al.* (1982) puisque ces derniers avaient détecté des anticorps à des virus du groupe Californie chez les lapins qui avaient été exposés à des moustiques. Cette étude de BELLONCIK *et al.* (1982) réalisée à Entrelacs dans la région des Laurentides a permis de démontrer que trois espèces de moustiques (*Aedes communis*, *Aedes punctor* et *Aedes excrucians*) étaient vecteur du virus Snowshoe Hare (SSH) et aucun virus de La Crosse n'avait été détecté. Il faut mentionner qu'au Canada il n'y a eu jusqu'à présent aucun cas d'encéphalite associé au virus de La Crosse (JACQUES *et al.*, 1989; BOURASSA *et al.*, 1992; ARTSOB, 1990).

JACQUES *et al.* (1989) rapportent qu'un recensement partiel leur a permis de dénombrer au BOURASSA *et al.* (1992) et ARTSOB (1990) rapportent que le virus SSH est bien répandu dans tout le territoire québécois et canadien, contrairement au virus de La Crosse lequel est totalement absent au Canada. De plus, le virus SSH peut être véhiculé par de nombreuses espèces de moustiques (BOURASSA *et al.*, 1992) comparativement au virus de La Crosse où le vecteur principal est *A. triseriatus* (BURGESS & NIPLE LTD et WASTE RECOVERY INC., 1987; CDC, 1988a et 1988b; RHAINDS et DEWAILLY, 1989). La souche virale SSH est associée aux espèces de culicidés forestiers (BOURASSA *et al.*, 1992). Chez les moustiques du Québec, la transmission transovarienne du virus SSH favorise sa présence dans l'environnement (BELLONCIK *et al.*, 1982; TURELL et LEDUC, 1983; TSAI et MONATH, 1987; BOURASSA *et al.*, 1992). Selon TSAI et MONATH (1987), les moustiques du genre *Aedes* peuvent transmettre ce virus de cette façon. Au Québec, c'est notamment le cas chez le moustique *A. communis* (BELLONCIK *et al.*, 1982).

Selon TSAI et MONATH (1987), il y a peu de cas d'encéphalites associées au virus SSH qui ont été rapportés sur le territoire nord-américain. Les symptômes dus à ce virus ressemblent à ceux occasionnés par l'influenza (pour en savoir plus, voir MESSÉLY, 1994). Selon ARTSOB (1990), ce virus ne représente pour les Québécois, en période d'été, qu'un faible risque d'infection.

JACQUES *et al.* (1989) rapportent qu'un recensement partiel a permis de dénombrer au Québec sept cas d'encéphalite chez des enfants. ARTSOB (1983) rapporte six de ces cas survenus au Québec au début des années 1980 (dont cinq chez des enfants et un chez un adulte). Ces encéphalites étaient associées au virus Snowshoe Hare (SSH) du groupe californien transmis par un moustique vecteur. D'autres arbovirus du groupe de Californie ont également été isolés au Québec, mais aucun n'est responsable de maladies humaines (ARTSOB, 1990). Par ailleurs, aucun cas d'encéphalite de Saint-Louis transmis par un moustique indigène n'a été rapporté au Québec (ARTSOB, 1990). Le virus de l'encéphalite équine de l'Est a par contre déjà été isolé au Québec (ARTSOB, 1990). Pour plus d'information concernant l'épidémiologie de ces arbovirus, nous référons le lecteur au document de Marie-Claude Messély : *Epidémiologie des infections à arbovirus susceptibles d'être transmises par les moustiques proliférant dans les dépotoirs de pneus hors d'usage*.

Au Québec, il y aurait environ 4 millions de pneus abandonnés annuellement, que ce soit dans les dépotoirs ou ailleurs (BOURASSA *et al.*, 1992). La position de BOURASSA *et al.* (1992) est bien définie concernant les dépotoirs de pneus hors d'usage et les risques de transmission d'encéphalites:

« L'entassement de pneus dans la nature constitue un véritable problème de salubrité, d'autant plus qu'ils sont le plus souvent localisés en zones péri-urbaines; les risques de transmission d'encéphalites aux humains ainsi qu'à plusieurs animaux domestiques ou sauvages deviennent amplifiés suite à des populations larvaires toujours très élevées au sein des pneus abandonnés.»

Par ailleurs, l'ex-DSC du CHUL a examiné, en 1989, le risque pour la santé découlant de la présence à Saint-Gilles-de-Lotbinière d'un important dépotoir de pneus hors d'usage (RHAINDS et DEWAILLY, 1989). L'étude portait essentiellement sur les risques pouvant découler de l'incendie du dépotoir. L'aspect de la transmission de maladies infectieuses par les moustiques du dépotoir a été peu approfondi. Toutefois, d'après ces auteurs, le problème ne semblerait pas d'une aussi grande importance au Québec qu'aux États-Unis. Selon eux, le risque d'épidémie resterait minime, principalement parce que le rayon d'action de ces moustiques est faible et que la plupart des dépôts sont dans des zones peu peuplées. De plus, la plupart des cas d'encéphalite virale (à l'exception de l'encéphalite herpétique) ne présentent que des symptômes modérés tels que des

céphalées, de l'hyperthermie qui, en fait, n'amènent pas les patients à la consultation et encore moins à l'hospitalisation. À leur avis, la problématique demeure réelle. Toutefois, l'incidence des cas d'encéphalite de La Crosse par rapport aux autres types d'encéphalites bactériennes et virales reste trop faible pour servir de véritable argument dans les discussions autour des dépôts de pneus.

Selon JACQUES *et al.* (1989) de l'ex-DSC Charles LeMoine, contrairement aux États-Unis, le Québec aurait été épargné d'une épidémie d'encéphalites virales en raison de plusieurs facteurs qui différencient ces deux territoires. Il peut s'agir, entre autres, du climat, des espèces de moustiques ou des types de virus. Ainsi, le problème des encéphalites virales associées aux moustiques vecteurs apparaîtrait comme étant moins important au Québec comparativement aux États-Unis. Ces auteurs mentionnent cependant la possibilité que des cas d'encéphalites virales dues à des moustiques vecteurs soient déjà survenus ou pourraient survenir en territoire québécois. Selon l'ex-DSC Charles LeMoine, même si le rayon d'action des moustiques est limité, il leur était impossible d'affirmer que les personnes qui habitaient à proximité de l'ancien dépôt de pneus hors d'usage à Saint-Amable étaient totalement hors de tout risque. L'ampleur de ce risque ne pouvait cependant pas être précisé. Les auteurs terminaient leur mémoire en mentionnant que des solutions efficaces existaient pour rendre des dépôts moins propices au développement des colonies d'insectes (toit, déchetage des pneus, etc.).

3.

Les possibilités de modification dans la problématique québécoise

3.1 L'évolution de la situation actuelle

Actuellement, nous n'avons pas d'information sur la situation et l'état des dépôts québécois de pneus hors d'usage, ni sur leur proximité de population. Nous ne savons donc pas s'il existe au Québec des populations ou localités plus à risque d'être exposées aux moustiques des les dépotoirs de pneus, ni d'être affectées par encéphalites virales transmises par ces moustiques.

Pour l'instant, selon les informations disponibles, il ne semble pas y avoir eu au Québec d'éclairs ni d'épidémies de cas connus d'encéphalites virales transmises par des moustiques de dépotoirs de pneus. De plus, pour l'instant, il n'y a aucune indication que la situation actuelle au Québec pourrait évoluer autrement que par l'introduction au Québec de nouvelles espèces ou souches de moustiques et d'arbovirus. Cela demeure tout de même théoriquement possible si, par exemple, certaines conditions environnementales devenaient plus favorables à la reproduction des moustiques (p. ex. pluies abondantes, chaleur, présence de feuilles dans les pneus, etc.) ou si des individus devenaient davantage exposés par leur travail, par l'implantation ou l'étalement d'un dépôt à proximité d'un dépotoir de pneus ou par l'établissement de nouvelles résidences à proximité d'un dépôt existant.

3.2 L'introduction d'*Aedes albopictus*

Comme nous l'avons exposé précédemment, l'espèce asiatique *Aedes albopictus* a été introduite aux États-Unis au Texas en 1985 par des pneus hors d'usage importés d'Asie. Aujourd'hui, l'espèce s'est répandue dans plus de 21 états de l'Est et du «Mid-West» américain. La limite nord de sa distribution actuelle en Amérique du Nord demeure les états l'Illinois, de l'Indiana, de l'Ohio et du Maryland. Certains pensent qu'il pourrait éventuellement s'installer jusqu'au Minnesota et dans la plupart des états de l'Est. Il semble de plus reconnu par la communauté scientifique qu'une distribution aussi rapide au travers les États-Unis n'a pu être favorisée que par des mécanismes artificiels. Selon plusieurs auteurs, le transport inter-régional de pneus hors d'usage serait un moyen simple et efficace, et donc le principal responsable de l'accélération de la dissémination d'*A. albopictus* aux États-Unis (voir section 2.1.1.4). REITER *et al.* (1987) rapportent qu'il y aurait eu, entre 1978 et 1985, 3 520 454 pneus d'exportés des États-Unis vers le Canada.

À l'été 1993, le moustique n'avait pas encore atteint le Canada (BOURASSA, MAIRE, BELLONCIK, communication personnelle, novembre 1993). Toutefois, selon Harvey ARTSOB de Santé Canada¹, il est inévitable qu'*A. albopictus* s'introduise un jour au Canada. L'importation de pneus risque d'accélérer le processus. De plus, Harvey ARTSOB est d'avis que selon les études menées en Ohio, *A. albopictus* pourrait survivre au climat du Québec s'il est introduit.

¹ ARTSOB, H., 1993, Communication personnelle avec Marie-Claude Messely (Centre de santé publique de Québec), lettre du 19 octobre 1993.

BOURASSA, MAIRE et BELLONCIK (communication personnelle, novembre 1993) sont du même avis.

Différents facteurs seront nécessaires et pourraient favoriser l'implantation et le maintien d'*A. albopictus* au Québec.

- 1°/ Selon BOURASSA, MAIRE et BELLONCIK (communication personnelle, novembre 1993), ce moustique devra développer une période de diapause relativement longue pour survivre aux hivers québécois. Une diapause d'au moins 100 jours serait nécessaire afin d'éviter que les oeufs éclosent lors de températures hivernales temporairement douces ou lors d'un dégel temporaire. BOURASSA et MAIRE mènent actuellement à l'UQTR des travaux de recherche sur la diapause d'*A. albopictus* et sur son potentiel d'entrer et de s'adapter au climat québécois.
- 2°/ Il faudra évidemment que les oeufs du moustique résiste à la température hivernale du Québec.
- 3°/ En théorie, *A. albopictus* peut s'adapter à plusieurs milieux, mais a une préférence pour les milieux suburbains. Toutefois, *A. albopictus* ne semble pas s'être encore adapté aux habitats naturels d'Amérique du Nord (trous d'arbre) se limitant aux vieux pneus. S'il parvient à s'y adapter, il pourra plus facilement se répandre et survivre à travers le continent, et ce, dans divers milieux ruraux, suburbains et urbains. Il deviendra alors plus difficilement contrôlable. Tant qu'il restera limité aux dépotoirs de pneus hors d'usage, le risque de le voir impliquer dans d'éventuelles épidémies restera plus restreint.

Certains facteurs favoriseraient l'implication d'*A. albopictus* dans la transmission d'arbovirus. *A. albopictus* est un vecteur efficace : il est reconnu comme un moustique agressif et hautement anthropophile. Son rayon d'action serait d'ailleurs plus grand que celui d'*Aedes triseriatus*, par exemple. Il est un vecteur compétent de plusieurs arbovirus dont la dengue, la fièvre jaune, toutes les encéphalites de Californie, l'encéphalite équine de l'Est, etc. Il est de plus un réservoir efficace. *A. albopictus* est un des moustiques les plus compétents dans la transmission trans-ovarienne et vénérienne des arbovirus. Ces modes de transmission pourraient favoriser la survie de ces virus à nos climats et pourraient permettre une dissémination rapide des virus parmi les moustiques. Par contre, la quantité de moustiques-réservoirs devra être suffisamment élevé, de même que la fréquence du contact moustique/homme. Si *A. albopictus* est introduit au Québec, les conséquences pourraient théoriquement être les suivantes :

- 1°/ Il pourrait introduire des arboviroses absentes jusqu'à présent du Québec (encéphalite de La Crosse, dengue, etc.). Toutefois, aux États-Unis, *A. albopictus* ne semble pas jusqu'à présent avoir été impliqué dans aucune épidémie majeure d'arbovirus ni impliqué dans la dispersion géographique de ces virus. Cependant, selon H. ARTSOB¹, le potentiel est là.
- 2°/ Il pourrait transmettre les arbovirus québécois tel le virus Snowshoe Hare (SSH). Si *A. albopictus* réussit à s'adapter aux trous d'arbres et à se répandre dans les milieux ruraux, suburbains et urbains, il sera alors en contact plus étroit avec les réservoirs naturels de cet arbovirus, et il risque alors d'exposer davantage les populations d'enfants au virus SSH. Et comme *A. albopictus* pourrait s'avérer un

¹ ARTSOB, H., 1993, Communication personnelle avec Marie-Claude Messely (Centre de santé publique de Québec), lettre du 19 octobre 1993.

meilleur vecteur de ce virus que nos moustiques indigènes (il est reconnu comme étant plus agressif), il demeure donc possible que *A. albopictus* puisse transmettre davantage le virus SSH aux Québécois et de là la possibilité de voir l'endémie s'étendre ou voir éclore des épidémies. La situation est similaire pour l'encéphalite équine de l'Est (EEE), quoique la maladie est beaucoup plus rare.

3.3. L'introduction de *Culex pipiens* et d'*Aedes aegyptii*

Il demeure théoriquement possible que l'importation au Québec de vieux pneus en provenance de certains états américains transportent avec eux des oeufs de certains autres espèces de moustiques, dont certaines sont déjà présentes au Québec. Ces moustiques américains pourraient être contaminés par des arbovirus jamais isolés au Québec. C'est le cas de *Culex pipiens* qui pourraient théoriquement introduire l'encéphalite de Saint-Louis. Toutefois, selon ARTSOB¹, il faudrait des circonstances exceptionnelles pour que ce virus se retrouve dans le climat froid du Québec. Quant à *Aedes aegyptii*, nous avons vu précédemment que la ville de Philadelphie semble être la limite nord de sa distribution estivale et le moustique ne tolérant pas le froid, serait limité durant l'hiver aux états du sud des États-Unis.

3.4. L'importation de souches américaines d'*Aedes triseriatus*

Selon ARTSOB¹, de même que BOURASSA, MAIRE et BELLONCIK (communication personnelle, novembre 1993), l'importation de pneus pourrait également introduire au Québec de nouvelles souches d'*Aedes triseriatus*. Ce dernier est déjà largement répandu au Québec, mais il est théoriquement possible que certaines souches américaines soient de meilleurs vecteurs des virus de La Crosse et du virus Snowshoe Hare que celle que l'on rencontre actuellement au Québec. Le virus de La Crosse pourrait alors être introduit au Québec par des oeufs de ce moustique importés dans des vieux pneus. Grâce aux transmissions transovarienne et vénérienne, le virus pourrait se répandre à travers le Québec.

Par ailleurs, selon Serge BELLONCIK (communication personnelle, novembre 1993), il serait possible qu'une fois introduit au Québec, le virus de La Crosse pourrait transmettre, par un processus complexe d'échange et recombinaison génétique, le segment de sa virulence au virus Snowshoe Hare qui lui, même s'il est déjà largement répandu au travers du Québec, demeure peu virulent. Il pourrait s'ensuivre théoriquement un plus grand nombre d'encéphalites dû à ce virus et possiblement avec des symptômes moins bénins que ceux qui sont connus actuellement.

4. Les solutions envisageables

À notre connaissance, aucune des solutions et moyens énumérés subséquemment n'a été évaluée quant à son efficacité pour le contrôle des populations de moustiques vecteurs de maladies.

4.1 La surveillance des moustiques

La surveillance systématique des diverses espèces de moustiques vecteurs dans les pneus usagés, et particulièrement *A. albopictus*, pourrait être une mesure pertinente étant donné que les pneus constituent le milieu de reproduction idéal pour les espèces potentiellement problématique et le mécanisme probablement le plus rapide et le plus efficace pour introduire et disséminer des nouvelles espèces de moustiques et des nouvelles souches virales à travers le Québec. MONATH (1986) recommande notamment la surveillance de l'extension géographique de l'infestation d'*A. albopictus*. Selon BOURASSA et MAIRE (communication personnelle, novembre 1993), il existe dans le sud de l'Ontario un réseau de surveillance des moustiques mené par l'Université de Guelph qui surveille notamment l'arrivée de *A. albopictus* en Ontario. Il n'existe aucun programme similaire au Québec. Une telle surveillance aurait l'avantage de favoriser le maintien de l'expertise québécoise en ce domaine.

4.2 Le contrôle de l'importation

Le contrôle de l'importation est également une option envisageable, mais il faudrait d'abord en savoir davantage sur le phénomène d'importation de vieux pneus au Québec. Il faudrait documenter :

- la quantité annuelle de pneus hors d'usage importés;
- la fréquence des importations;
- l'état des pneus à leur entrée au Québec (ex. entiers, déchiquetés, présence d'eau, etc.);
- l'état d'infestation par des oeufs de moustiques
- la provenance;
- la destination;
- l'usage que l'on en fait une fois au Québec;
- la rapidité avec laquelle les pneus sont récupérés, détruits, déchiquetés, si c'est le cas;
- les conditions d'entreposage des pneus importés et la proximité de la population.

Tous ces éléments ont une influence importante sur l'intensité du risque. L'importation des pneus pourraient être contrôlée sur tous ces paramètres ou quelques-uns. H. ARTSOB¹ de Santé Canada suggère la fumigation des pneus à leur entrée au Canada comme une option envisageable pour réduire le risque. Il précise toutefois que la fumigation ne peut garantir que tous les pneus seraient totalement décontaminés.

4.3 Le contrôle de l'usage des vieux pneus

¹ ARTSOB, H., 1993, Communication personnelle avec Marie-Claude Messely (Centre de santé publique de Québec), lettre du 19 octobre 1993.

RHAINDS, M. et É. DEWAILLY, 1989, *Le dépôt de pneus de Saint-Gilles-de-Lotbinière: étude de vulnérabilité et d'évaluation des risques pour la santé*, Service Santé et Environnement, Département de Santé communautaire, Centre hospitalier de l'Université Laval, 31p.

ROSEN, L., D.A. SHROYER, R.B. TESH, J.E. FREIER et J.C. LIEN, 1983, Transovarial Transmission of Dengue Viruses by Mosquitoes : *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 32 (5) : 1108-1119.

SMITH, J.P., T.M. LOYLESS et J.A. JR MULRENNAN, 1990, An Update on *Aedes albopictus* in Florida. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 6 (2): 318-320.

THOMPSON, W.H., 1983, Vector-virus Relationships, p. 57-66 dans : *Progress in Clinical and Biological Research*, Volume 123, Éditeur : Alan R. Liss, Inc., New York, 402 p.

TRAAVIK, T., R. MEHL et R. WIGER, 1985, Mosquito-borne Arbovirus in Norway: Further Isolations and Detection of Antibodies to California Encephalitis Viruses in Human, Sheep and Wildlife Sera, *J. Hyg. Camb.* 94 : 111-122.

TSAI, T.F. et T.P. MONATH, 1987, Viral Diseases in North America Transmitted by Arthropods or from Vertebrate Reservoirs, p. 1417-1456 dans : *Textbook of Pediatric Infectious Diseases*, Second Edition, Volume 2, Éditeur : W.B. SAUNDERS COMPANY, Philadelphia.

TURELL, M.J. et J.W. LEDUC, 1983, The Role of Mosquitoes in the Natural History of California Serogroup Viruses, p. 43-55 dans : *Progress in Clinical and Biological Research*, Volume 123, Éditeur : Alan R. Liss, Inc., New York, 402 p.

WAGNER, S.A., 1993, News from the Regions - North Central, *AMCA Newsletter*, august 1993, 19 (3) : 14.

YUILL, T.M., 1983, The Role of Mammals in the Maintenance and Dissemination of La Crosse Virus, p. 77-87 dans : *Progress in Clinical and Biological Research*, Volume 123, Éditeur : Alan R. Liss, Inc., New York, 402 p.

Épidémiologie des infections à arbovirus susceptibles d'être transmises par les moustiques proliférant dans les dépotoirs de pneus hors d'usage

Cette section traite des maladies virales activement transmises par des vecteurs arthropodes, en l'occurrence par des moustiques. Le terme arbovirus (une contraction des mots «arthropodborne virus») réfère à un groupe de virus qui se multiplie chez les arthropodes et les hôtes vertébrés.

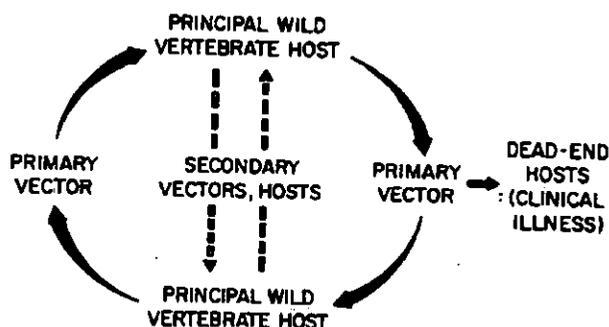
Les arbovirus ont la propriété de se multiplier dans les tissus des arthropodes, incluant leurs glandes salivaires, ce qui permet la transmission virale aux hôtes susceptibles. La *période d'incubation extrinsèque* est la période de temps entre l'ingestion du repas de sang et la réplication virale suffisante dans les tissus salivaires de l'insecte pour assurer la transmission.

Le cycle de la transmission

En général, le cycle de transmission fait intervenir une ou plusieurs espèces de vecteurs ainsi que des animaux sauvages que l'on désigne du nom d'hôtes (voir la figure 1). La majorité des arbovirus sont transmis par une espèce de vecteur primaire ou par une espèce primaire et quelques espèces secondaires. Lorsqu'ils deviennent infectés, les vertébrés hôtes (qui peuvent être des oiseaux ou de petits animaux) développent des titres de virus circulants dans le sang suffisamment haut pour infecter à leur tour les vecteurs qui les piquent. Le cycle de la transmission est ainsi maintenu. Notons que les oiseaux développent une virémie dans les 18 à 48 heures après avoir été piqué par un arthropode infecté; la virémie est présente pendant 2 à 5 jours, suite à quoi, les anticorps spécifiques se développent (Monath & Johnson, 1992).

Figure 1

Schéma d'un cycle de transmission incluant un ou plusieurs hôtes vertébrés



Tiré de Monath, T.P., Johnson, K.M., *Diseases Transmitted Primarily by Arthropod Vectors*, chap 11 du Maxcy-Rosenau-Last, *Public Health & Preventive Medicine*, Appleton & Lange, 13th Edition, 1992, p. 214.

Les hôtes vertébrés primaires des arbovirus ont généralement des infections silencieuses d'où une certaine forme d'équilibre entre le parasite et l'hôte. Comme les vecteurs ne se limitent pas à une seule espèce de vertébré pour leurs repas, certains autres vertébrés peuvent être exposés aux arbovirus (incluant l'homme) même s'ils ne jouent pas de rôle dans le cycle de transmission («dead-end hosts»). L'infection peut alors s'avérer asymptomatique ou au contraire prendre la forme d'une infection fébrile ou d'une encéphalite. Plus souvent qu'autrement, le ratio entre les infections asymptomatiques ou légères et les infections sévères est large. Ce ratio varie en fonction de l'âge. (Monath & Johnson, 1992)

Les manifestations cliniques générales liées aux arbovirus

Les manifestations cliniques liées aux arbovirus peuvent être regroupées sous trois formes (Monath & Johnson, 1992) :

- les infections aiguës du système nerveux central (méningite aseptique, encéphalite, encéphalomyélite);
- les hyperthermies avec ou sans rash;
- les fièvres hémorragiques (maladie fébrile systémique avec manifestations hémorragiques, instabilité cardiovasculaire et atteinte variable des fonctions hépatiques et rénales).

L'encéphalite est une complication relativement peu fréquente des infections virales. La grande majorité des infections du système nerveux central (SNC) touche les méninges (méningite aseptique) ou cause un syndrome clinique de méningoencéphalite relativement modéré plutôt qu'une forme alarmante d'encéphalite. Les virus peuvent avoir accès aux SNC via les voies hématogène ou neuronale (ex. : herpès simplex). Il semble que la voie hématogène soit privilégiée lorsqu'il s'agit d'infection virale à arbovirus. Le virus est transmis lors de la piqûre de l'insecte et il y a replication virale au site de la piqûre. Une virémie peut suivre avec atteinte subséquente du foie, de la rate, des ganglions lymphatiques et quelquefois des muscles. Si la replication virale continue, une virémie secondaire peut entraîner l'atteinte d'autres sites incluant le SNC, particulièrement si la barrière hémato-encéphalique est altérée (Whitley, 1990).

Une caractéristique des encéphalites virales est le début soudain par une maladie fébrile. Les symptômes suivants sont fréquents : céphalées, altération de l'état de conscience, désorientation, troubles de comportements et de langage accompagnés de signes neurologiques généralement diffus tels l'hémi-parésie ou les convulsions. La méningite virale donnera des signes de rigidité de la nuque accompagnée de céphalée et photophobie (Whitley, 1990).

Le diagnostic des infections virales du SNC est difficile. Certaines informations comme la saison (l'été et le début de l'automne sont des temps forts pour les infections à arbovirus) ou une épidémie dans une communauté particulière sont susceptibles d'orienter le diagnostic. L'examen physique ne permet habituellement pas de poser un diagnostic précis. Un examen du liquide céphalorachidien peut être indiqué surtout dans une optique de diagnostic différentiel. Toutefois, la culture virale a peu de valeur. Une analyse séquentielle des anticorps présents dans le sérum pendant l'infection puis à la convalescence (la séroconversion) peut être utile pour clarifier la cause de l'infection (Whitley, 1990).

Les principaux facteurs connus influençant l'épidémiologie des infections à arbovirus

L'épidémiologie de l'infection à arbovirus chez l'humain est influencée par les trois déterminants majeurs (Downs, 1991) suivants :

- le comportement du vecteur (arthropode) incluant le milieu écologique dans lequel il est susceptible de s'alimenter, ses habitudes et les limites de ses déplacements, ses préférences à piquer certaines espèces, sa longévité et les facteurs affectant l'entrée, la multiplication et l'excrétion virale chez l'arthropode;
- la fréquence, la nature et la durée de l'exposition de l'humain à l'arthropode infectée, la présence, le niveau et la spécificité de l'immunité humorale et l'utilisation d'insecticide ou de vêtements protecteurs;
- la présence d'un hôte vertébré nécessaire au phénomène d'amplification du cycle de transmission.

En ce qui concerne les vecteurs, la quantité de vecteurs et particulièrement l'abondance semble être un facteur important de la transmission virale et du risque d'épidémie. Cette abondance dépend elle-même de conditions environnementales propices au développement et à la survie de la population des insectes. La longévité est un facteur critique qui peut avoir une influence sur la proportion des insectes susceptibles de transmettre l'infection via un autre repas de sang. La préférence des vecteurs pour les hôtes est un élément également important. Ainsi, les vecteurs du SLE préféreront les oiseaux en tant qu'hôte en début d'été tandis qu'ils se tourneront vers les mammifères (incluant l'humain) à la fin de l'été. Cette situation est idéale pour l'amplification virale et la transmission humaine ultérieure (Monath et Johnson, 1992).

On pourrait ajouter que la distribution d'un arbovirus dépend également des mécanismes qui assurent la survie du virus pendant des périodes ou lors de conditions difficiles comme l'hiver ou pendant une saison sèche (Monath et Johnson, 1992). À ce propos, le terme «*Overwintering* » que l'on pourrait traduire par «survie en période froide» est un concept important de l'épidémiologie des infections transmises par des vecteurs. Quatre hypothèses qui mériteraient d'être mieux documentés peuvent intervenir (Monath et Johnson, 1992) :

- la survie via le vecteur arthropode pendant la période froide;
- la survie via le réservoir vertébré infecté de façon chronique;
- la transmission transovarienne chez le vecteur (donc transmission verticale du virus à la progéniture);
- la réintroduction du virus via la migration des vertébrés hôtes.

En général, il semble que les virus dont le cycle de transmission fait intervenir des oiseaux soient distribués géographiquement sur un territoire plus étendu que s'il s'agissait d'animaux terrestres limités par les barrières naturelles ou les distances (Monath et Johnson, 1992).

On observe que la grande majorité des virus transmis par des arthropodes ont tendance à provoquer des éclosions de cas qui correspondraient à la présence de conditions favorables à l'ensemble des éléments du cycle de transmission. Il semble toutefois que les arthropodes qui s'installent dans des environnements créés par l'homme auraient tendance à être responsables d'épidémie (ex. : encéphalite St-Louis) tandis que les arthropodes qui vivent de préférence dans des endroits naturels comme des troncs d'arbre produiraient plutôt des endémies.

Les agents étiologiques et leurs principales caractéristiques

Jusqu'à présent, 520 arbovirus sont enregistrés dans l'*International Catalogue of Arboviruses* (Monath & Johnson, 1992) Vingt-cinq (25) environ sont suspectés de causer des maladies. Les arbovirus sont divisés en familles sur la base de leurs morphologies et de leurs propriétés. Dans chaque famille, de nouveaux regroupements sont effectués sur la base de caractéristiques communes. La majorité des virus qui sont épidémiologiquement importants sont regroupés en sept familles : les *Togaviridae*, *Flaviviridae*, *Bunyaviridae*, *Reoviridae*, *Arenaviridae*, *Filoviridae* et les *Rhabdoviridae*. Chaque famille peut avoir un ou plusieurs genres. Le lecteur retrouvera à l'annexe 1, ces familles et genres ainsi que la nature des virus impliqués en fonction du tableau clinique de chaque infection (classé selon trois catégories soit : l'atteinte du système nerveux central, un état fébrile avec ou sans rash, la fièvre hémorragique).

Lessard et Bolduc (1993) ont identifié, à partir de leur revue de la littérature, les infections à arbovirus liées à la présence de moustiques proliférant dans les dépotoirs de pneus hors d'usage aux États-Unis. Ce sont :

- les encéphalites de Californie (famille *Bunyaviridae*, genre *bunyavirus*);
- l'encéphalite de St-Louis (famille *Flaviviridae*, genre *flavivirus*);
- l'encéphalite équine de l'Est (famille *Togaviridae*, genre *alphavirus*);
- la dengue (famille *Flaviviridae*, genre *flavivirus*);
- la fièvre jaune (famille *Flaviviridae*, genre *flavivirus*).

Les principales caractéristiques de l'encéphalite La Crosse (infection la plus fréquente du sérotype des encéphalites de Californie aux États-Unis), de l'encéphalite de Saint-Louis et de l'encéphalite équine de l'Est sont colligées de façon synthétique au tableau 1. La dengue et la fièvre jaune ne sont pas traitées dans ce document. Ces deux dernières pathologies nécessitant des conditions particulières qu'il est invraisemblable de rencontrer au Québec.

Les encéphalites de Californie

Les encéphalites de Californie font partie du sérotype de Californie, de la famille des *Bunyaviridae*, genre *bunyavirus*. Le tableau 2 permet de prendre connaissance de la classification qui concerne le sérotype de Californie. Les virus de ce sérotype considérés significatifs en Amérique du Nord parce que reconnus responsables de maladies humaines, sont inscrits en italique et en caractères gras.

Les encéphalites de Californie comprennent de nombreux virus dont les plus importants dans le contexte de notre problématique sont le virus de La Crosse, variété La Crosse aux États-Unis et la variété snowshoe hare au Canada.

Le virus de La Crosse est reconnu responsable de la grande majorité des infections déclarées dans la catégorie des encéphalites de Californie aux États-Unis. *Aedes triseriatus* est le vecteur principal et le réservoir responsable de la transmission du virus de La Crosse. Cet insecte fréquente les trous des arbres, les contenants artificiels et les vieux pneus. Le virus se maintient grâce à la transmission transovarienne verticale, à la transmission horizontale vénérienne et via l'amplification virale chez des hôtes vertébrés comme le suisse, le tamia, l'écureuil, le renard, la marmotte ou le chevreuil. On observe une correspondance aux États-Unis entre les régions hautement boisées et l'importance quantitative des infections au virus de La Crosse. Les États d'Ohio, de l'Illinois, du Minnesota, de l'Iowa et du Wisconsin sont les plus touchés au niveau des taux d'attaque de cette maladie.

Tableau 1

Principales caractéristiques de certaines encéphalites à arbovirus transmises par des moustiques aux États-Unis

Caractéristiques	Encéphalite La Crosse (séro-groupe des encéphalites de Californie)	Encéphalite de Saint-Louis	Encéphalite équine de l'Est
Distribution géographique	Le centre et l'est des États-Unis incluant la partie nord.	Deux profils épidémiologiques différents aux États-Unis: côte ouest (endémique) et côte est (épisodes épidémiques aux 10-20 ans)	Est du Mississipi
Fréquence relative au États-Unis	2 ^o cause d'infection à arbovirus. Il y aurait un niveau endémique de base	1 ^o cause d'infection à arbovirus	Rare, < 10 cas/an aux États-Unis
Saisonnalité	fin de l'été, début de l'automne	milieu de l'été, début de l'automne	été, début de l'automne
Symptômes	convulsions (40 %), paralysie, faiblesse focalisée, symptômes respiratoires possibles	céphalée, nausées, vomissements, désorientation, stupeur, irritabilité	SNC sévères céphalées, altération de l'état de conscience, convulsions
Personnes à risque	Enfants	Adultes > 50-60 ans noirs, m. socio-économique défavorisé	Enfants et personnes âgées
Mortalité	< 1 %	2-20 %	50-75 %
Séquelles	peu fréquentes	20 % des survivants	80 % des survivants
Conditions environnementales favorables	Creux ou fentes des arbres (milieux boisés); contenants artificiels	Eaux polluées Eaux stagnantes Chaleur, Régions rurales agricoles	Eaux stagnantes et polluées
Vecteurs-moustiques les plus actifs aux États-Unis (liste non exhaustive)	<i>Aedes triseriatus</i> <i>Aedes canadensis</i> <i>Aedes albopictus</i>	<i>Culex pipiens</i> <i>Culex tarsalis</i> <i>Culex nigripalpus</i> <i>C. quinquefasciatus</i> <i>Aedes albopictus</i>	<i>Culiseta melanura</i> <i>Aedes sollicitans</i> <i>Coquillettidia perturbans</i> <i>Aedes albopictus</i>
Hôtes impliqués dans le cycle de transmission (réservoirs)	<i>Aedes triseriatus</i> petits rongeurs (lièvres, écureuils, tamias, etc.)	Oiseaux sauvages	Oiseaux sauvages
Autres hôtes éventuellement atteints	Les grands mammifères (cervidés, chevreuils, chevaux) peuvent être impliqués.	Chevaux (infectés sans manifestations) Autres mammifères (ex.: chiens)	Chevaux Porcs Rongeurs Autres mammifères

Tableau 2
Virus du Séro groupe de Californie

Complexe	Virus	Sous-type	Variété	Distribution
Encéphalites de Californie	Encéphalites de Californie	<i>Encéphalite de Californie (prototype)</i>		Ouest de l'Amérique du Nord
		Inkoo		Finlande
		<i>La Crosse</i>	<i>La Crosse snowshoe hare</i>	Etats-Unis Canada
		San Angelo		Ouest des Etats-Unis
		Tahyna	Tahyna Lumbo	Europe, Russie Afrique
Melao	Melao	Melao	Melao AG83-497	Brésil, Panama, Trinidad Argentine
		<i>Jamestown Canyon</i>	<i>Jamestown Canyon</i> Jerry Slough South River	Etats-Unis Californie (US) N.J., N.Y., Pa (Etats-Unis)
		Keystone		Sud des Etats-Unis
		Serra do Navio		Brésil
<i>Trivittatus</i>	<i>Trivittatus</i>			Etats-Unis
Guaroa	Guaroa			Colombie, Brésil, Panama

Tiré de Calisher, C. H., Karabatsos N., *Arbovirus serogroups : Definition and Geographic Distribution*, chap 2 du

Le risque de faire une infection de La Crosse semble être lié au fait de demeurer en milieu rural. Le virus survit en hiver dans les oeufs infectés. *Aedes canadensis* est un vecteur secondaire important en Ohio pour les variétés La Crosse, il semblerait plus agressif que *Aedes triseriatus*. Sur un continuum, l'infection de La Crosse peut être asymptomatique ou aller jusqu'à l'encéphalite fatale. Le ratio asymptomatique/cas clinique va de 26:1 à 322:1 selon les évaluations. La mortalité est évaluée autour de 1 %; quoique certains auteurs considèrent que celle-ci est sous-évaluée (Gundersen, C. B., Brown, K. L., 1983). Typiquement, la maladie affecte les enfants de moins de 10 ans (75 % des cas). Les garçons sont plus fréquemment atteints que les filles (ratio 1,8 : 1). Au début, on note de la fièvre, des malaises généraux, des céphalées puis des nausées, vomissements, de la léthargie; une altération de l'état de conscience est possible ainsi que des convulsions qui peuvent se compliquer par un status épilepticus. Les convulsions sont relativement fréquentes (entre 40 et 60 % des cas) et des signes neurologiques localisées peuvent être observés (aphasie, parésie, convulsions localisées) (Tsai et Monath, 1987).

Un sous-type du virus de La Crosse désigné snowshoe hare (SSH), est associé à l'apparition de problèmes de santé qui serait relativement léger. Les vecteurs principaux seraient *Culiseta inornata* et les espèces *Aedes*. Le réservoir animal nécessaire à l'amplification virale comprend le lapin et les petits mammifères tels l'écureuil. Quelques cas seulement ont été décrits dans la littérature dont ceux de Fauvel et al. (1980) qui présentent trois cas d'encéphalites attribuables au SSH au Québec. Les symptômes prédominants rapportés sont une céphalée, de l'hyperthermie et des vomissements qui peuvent évoluer vers des signes méningés. L'étude de Bourassa et al. (1992) rapporte la présence de ce virus en sol québécois chez plusieurs espèces d'insectes prélevés dans des dépotoirs. On retrouve ce virus partout à travers le Canada incluant le Yukon et les Territoires du Nord Ouest.

Le Jamestown Canyon est transmis par les *Aedes communis* et *Culiseta Mornata*. Le chevreuil sert de réservoir animal. Cette infection virale toucherait les adultes surtout; les hommes plus souvent que les femmes. Les symptômes et signes cliniques n'ont pas l'intensité de l'infection au virus La Crosse (Tsai et Monath, 1987).

On connaît moins les infections à *Trivittatus* et au virus de Californie qui donnerait une symptomatologie fébrile aigue. Ils sont transmis respectivement par *Aedes Trivittatus* pour le premier et par *Aedes dorsalis* et *melanimon* pour le virus de Californie (Tsai et Monath, 1987).

L'encéphalite de Saint-Louis

L'encéphalite de Saint-Louis est un virus de la famille des *Flaviviridae*. C'est l'infection à arbovirus la plus fréquente aux États-Unis (voir le cumulatif du tableau 3 de la prochaine section) et celle qui est considérée la plus imprévisible compte tenu de son potentiel épidémique (ex. : près de 1800 cas aux États-Unis en 1975). Deux profils épidémiologiques différents sont observés aux États-Unis et dépendent des interactions entre l'homme et la nature du réservoir et du vecteur concernés (en l'occurrence, les types d'oiseaux et de moustiques impliqués dans la transmission). Ainsi, dans l'est et dans la région centrale des États-Unis, les vecteurs principaux sont les *Culex pipiens* (surtout), *quinquefasciatus* et *nigripalpus* (en Floride). Le profil est épidémique touchant des villes ou des régions métropolitaines complètes. Les facteurs qui expliquent les cycles épidémiques aux 10 ans ne sont pas bien connus. Dans l'ouest, le profil est plutôt endémique et touche les milieux ruraux en fonction des préférences du vecteur, soit *Culex Tarsalis* qui préfère les terres agricoles irriguées. L'encéphalite est la manifestation principale de cette infection virale quoique des manifestations plus modérées soient décrites (céphalées avec fièvre par exemple). La plupart des cas se manifeste du milieu de l'été à la mi-décembre aux États-Unis. Dans l'est, le taux d'attaque et la sévérité de la maladie est fonction de l'âge; ainsi les personnes âgées sont les plus susceptibles (même si on a prouvé que cela n'avait aucun lien avec l'importance de l'exposition). Dans l'ouest, les taux d'attaque sont uniformes par groupe d'âge. Règle générale, les enfants sont moins atteints que les personnes plus âgées et la mortalité est associée à l'âge. La symptomatologie est non spécifique soit de la photophobie, des maux de tête, de la fièvre, des nausées, vomissements, une altération de l'état de conscience, de la confusion, de la léthargie et éventuellement le coma et la mort (de 2 à 20 % selon les études). Le recouvrement de l'état physique s'installe graduellement après 4 à 7 jours de symptômes et peut laisser des séquelles qui ne sont généralement pas majeures (ex. : perte de mémoire, tremblements) (Tsai et Monath, 1987).

L'encéphalite équine de l'Est

L'encéphalite équine de l'Est est un virus de la famille des *Togaviridae*, genre alphavirus. Les oiseaux sont les réservoirs de cette infection qui touche par ailleurs les chevaux et plus rarement les porcs, les rongeurs et les autres mammifères, dont l'homme. Le vecteur principal est le *Culiseta Melanura*, quoique d'autres vecteurs aient également été impliqués. L'incidence des cas d'encéphalite équine de l'Est est heureusement très faible aux États-Unis soit moins de 20 cas par année. La distribution géographique des cas est remarquable (voir la figure 3) se concentrant sur la côte Atlantique et atteignant particulièrement la Floride. La majorité des cas surviennent entre les mois de juin à août. Les cas se retrouvent surtout aux extrêmes des âges (très jeunes ou personnes âgées). La symptomatologie est fulminante débutant par une fièvre abrupte, de l'irritabilité, des maux de tête, suivi de léthargie, de confusion, de convulsions et du coma. La létalité (mortalité chez les gens infectés) est la plus importante parmi toutes les encéphalites arbovirales en Amérique du Nord. Cinquante pour cent (50%) des cas atteints en décèdent. Les très jeunes enfants ont une survie qui semblent meilleure; ils présentent toutefois des dommages neurologiques permanents plus fréquents. Le contrôle des larves en eaux stagnantes est difficile particulièrement lorsqu'il est question d'utiliser des pesticides susceptibles de contaminer l'environnement (Tsai et Monath, 1987).

La dengue et la fièvre jaune ont été observés dans le sud des États-Unis en de très rares occasions (Lessard et Bolduc, 1994). Ces pathologies ne seront pas abordées puisque qu'elles sont très peu fréquentes et qu'il est à toute fin pratique impossible qu'elles puissent tolérer notre climat canadien, selon le groupe d'expert que nous avons consulté.

L'importance des problèmes de santé

Le tableau 3 présente la fréquence des infections à arbovirus affectant le SNC aux États-Unis pour la période 1955 à 1989 (Monath & Johnson, 1992). On y observe entre autres que les infections à arbovirus ont tendance à se présenter sous forme d'éclipsions, voire même d'épidémies sporadiques, aux États-Unis et ce, particulièrement pour les encéphalites Saint-Louis (SLE) (cf. 1956-1964-1966-1975-1980). Pour les autres années, les encéphalites de Californie (CE) prédominent; il s'agit à toute fin pratique de l'encéphalite de La Crosse (LAC). Suivent les encéphalites équine de l'Ouest (WEE) et de l'Est (EEE).

Les figures 2, 3 et 4 présentent la distribution des cas humains des encéphalites de Californie, Saint-Louis et équine de l'Est (Monath et Johnson, 1992) pour les années 1964 à 1989.

En 1991, les Centers for Disease Control (CDC) compilent 122 cas d'encéphalites à arbovirus au total. Plus de la moitié des cas (69 cas) sont attribués à l'épidémie d'encéphalite St-Louis en Arkansas et au Texas. La même année 91 est caractérisée par une épidémie d'encéphalites équine de l'Est atteignant les animaux des États de Floride, Georgie et de Caroline du Sud. Onze cas (11) humains furent confirmés. Pour la première fois, le virus de l'encéphalite équine de l'Est est isolé du moustique *Aedes albopictus*, lui-même prélevé dans un dépotoir de pneus hors d'usage. L'encéphalite équine de l'Est étant une pathologie agressive en terme de mortalité et de morbidité, les CDC prennent au sérieux le potentiel nouveau de transmission de ce virus par *Aedes albopictus* (MMWR, 1992).

Tiré de Monath, T.P., Johnson, K.M., *Diseases Transmitted Primarily by Arthropod Vectors*, chap 11 du Maxcy-Rosenau-Last, *Public Health & Preventive Medicine*, Appleton & Lange, 13 th Edition, 1992, p. 220.

Tableau 3
Infections arbovirales du système nerveux central aux États-Unis 1955-1988

	SLE	WEE	EEE	CE	VEE	POW	Total
1955	107	37	15				159
1956	563	47	15				625
1957	147	35	5				187
1958	94	141	2				237
1959	118	14	36				168
1960	21	21	3				45
1961	42	27	1				70
1962	253	17	0				270
1963	19	56	0	1			76
1964	470	64	5	42			581
1965	58	172	8	59			297
1966	323	47	4	64			438
1967	11	18	1	53			83
1968	35	17	12	66	1		131
1969	16	21	3	67	1		108
1970	15	4	2	89		1	111
1971	57	11	4	58	19		150
1972	13	6	0	46	2		72
1973	5	4	7	75			91
1974	74	2	4	30		1	111
1975	1815	133	3	160		3	2114
1976	379	1	0	47			427
1977	132	41	1	65		1	240
1978	26	3	5	109		1	144
1979	32	3	3	139			177
1980	125	0	8	49			182
1981	15	19	0	91			125
1982	34	9	12	130			185
1983	20	7	14	64			105
1984	33	2	5	89			129
1985	21	1	0	68			90
1986	43	7	1	64			115
1987	17	41	3	87			148
1988	4	1	3	41			49
1989	34	0	9	65			108
Total	5171	1031	194	1918	23	7	8348

SLE = St. Louis encephalitis; WEE = western equine encephalitis; EEE = eastern equine encephalitis; CE = California (La Crosse) encephalitis; VEE = Venezuelan equine encephalitis; POW = Powassan encephalitis

Figure 2
Distribution des cas humains d'encéphalite de Californie aux États-Unis,
1964-1989

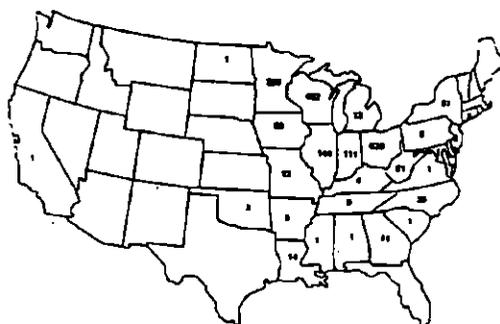


Figure 3
Distribution des cas humains d'encéphalite de Saint-Louis aux États-Unis,
1964-1989

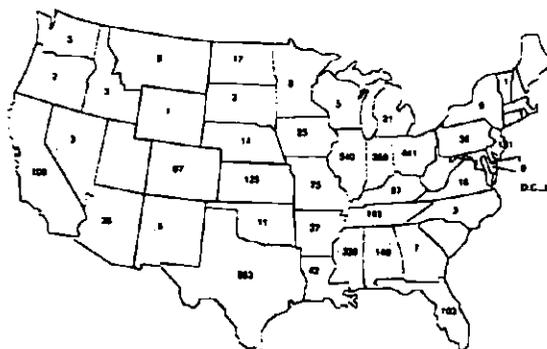


Figure 4
Distribution des cas humains d'encéphalite équine de l'Est aux États-Unis,
1964-1989



Figures tirées de Monath, T.P., Johnson, K.M., *Diseases Transmitted Primarily by Arthropod Vectors*, chap 11 du Maxcy-Rosenau-Last, *Public Health & Preventive Medicine*, Appleton & Lange, 13th Edition, 1992, p. 219-220-222.

Malgré que les américains anticipaient des ennuis pour 1992, seulement 45 cas d'encéphalites à arbovirus furent rapportés aux CDC. Sur ce, 14 cas sont des encéphalites de St-Louis, 29 cas sont des encéphalites La Crosse tandis que les deux derniers cas sont des encéphalites équine de l'Est (MMWR, 1993).

Les américains continuent d'effectuer la surveillance de l'activité arbovirale dans 28 États incluant l'isolation virale, la détection antigénique chez les moustiques capturés et la recherche d'anticorps spécifique chez les oiseaux sauvages (MMWR, 1993).

Au Canada et au Québec, nous ne disposons pas d'informations fiables et complètes sur le nombre d'infections du système nerveux central attribuable aux arbovirus. On sait toutefois qu'il y a vraisemblablement sous-estimation et sous-déclaration des cas.

Selon Artsob (1990) du Laboratoire de lutte contre la maladie à Ottawa, 11 arbovirus transmis par des insectes furent isolés au Canada de 1938 à 1987. Les arbovirus les plus fréquemment isolés sont : le virus de l'encéphalite équine de l'Ouest (dans les provinces de l'Ouest et l'Ontario; plus de 1500 infections symptomatiques au Canada depuis 1938, des épidémies ou éclosions surviennent environ aux 10 ans), le virus de l'encéphalite de Saint-Louis (vraisemblablement inactif au Canada depuis une épidémie de 66 cas en Ontario en 1975), les virus du groupe de Californie dont le snowshoe hare surtout (le virus du groupe le plus prévalent dans 7 provinces dont le Québec, responsable de 3 infections documentées en 1978 au Québec) et le virus Jamestown Canyon (présent dans 5 provinces). Selon l'auteur, les arbovirus ne posent pas vraiment de problème de santé publique important au Canada sauf peut-être pour les épidémies épisodiques d'encéphalites équine de l'Ouest au Manitoba et en Saskatchewan. De plus, les virus du groupe de Californie de par leur présence endémique pose des risques considérés minimes.

Pour le Québec, le fichier med Echo (hospitalisations au Québec) pour les années financières 87-88 à 91-92 nous indique qu'il y eut 450 encéphalites virales au total pour ces 5 années (90 cas en moyenne par an). Sur ce, 4 hospitalisations ont été déclarées encéphalites transmises par des arthropodes.

Par ailleurs, Jacques et al. (1989) notent les problèmes de déclaration associés aux encéphalites et indiquent que selon trois sources différentes, au moins 7 cas auraient été recensés chez des enfants depuis 1978 au Québec et seraient attribuables à un virus du groupe Californie : le Snowshoe hare.

À défaut de détenir des données fiables sur les cas humains, voyons l'état actuel des connaissances sur la présence des arbovirus transmis par des moustiques spécifiquement pour le Québec. Selon Artsob (1990), le virus de l'encéphalite équine de l'Est, le snowshoe hare (SSH) et le virus Flanders ont été isolés au Québec. Ajoutons à cela que le trivittatus (virus du séro-groupe de Californie) a été isolé dans l'étude de Bourassa, Maire et Belloncik (1992). Le virus SSH, aussi du groupe de Californie, semble être répandu de façon très importante à travers le Québec; il est transmis par d'innombrables espèces de moustiques (Bourassa, Maire et Belloncik, 1992).

Notons que le virus Flanders est habituellement transmis par le *Culex pipiens* et *Culex restuans* et que les oiseaux servent de réservoirs. L'isolation de ce virus est fréquente aux États-Unis et dans les autres provinces canadiennes mais il n'a jamais été tenu responsable de maladie humaine (Belloncik et al., 1982).

Discussion

Le risque de transmission et d'infection humaine à un arbovirus dépendent d'un grand nombre de facteurs incluant :

- la capacité des moustiques de s'adapter;
- les mécanismes de protection pour assurer la survie des virus (incluant la diapause, la transmission horizontale et verticale ainsi que la nécessaire présence d'un hôte pour l'amplification virale dans certains cas) et;
- l'exposition des humains susceptibles à l'infection dans un environnement propice à la transmission (l'immunité et l'exposition).

Dans un premier temps, on pourrait éventuellement craindre que l'adaptation aux conditions québécoises de certains insectes "importés" par les pneus se fassent de façon tellement efficace que ces insectes "porteurs" puissent présenter un potentiel d'infectiosité pour l'humain. À cet égard, le moustique *Aedes albopictus* provenant de l'Asie s'est bien adapté au territoire américain (Lessard et Bolduc, 1993) et on peut sérieusement se questionner sur la possibilité qu'il puisse tolérer nos rigueurs hivernales québécoises. La menace pourrait alors être sérieuse puisque *Aedes albopictus* est le vecteur de nombreuses infections arbovirales dont certaines peuvent être très morbides. D'ailleurs, une lettre que nous faisait parvenir le Dr Artsob, expert au Laboratoire de lutte contre la maladie (LLCM) d'Ottawa, fait mention de cette possibilité comme étant non négligeable :

My single biggest concern about the importation of used tires is the possible importation of *Aedes albopictus*. (...) Certainly we know from studies in Ohio that *Aedes albopictus* can survive in the Quebec climate if introduced. (...) It is my understanding that the *Aedes albopictus* seen in the United States breed primarily in tire dumps and have not yet adapted to tree holes. If, or when, they adapt to tree holes, we will have an added dimension to the problem. I am unclear as to how many tires are imported into Quebec and from what specific locations. Certainly the greater the number of tires and areas from which they are imported, the greater the risk of importing mosquito eggs. (...) In summary, I believe the biggest threat is the importation of *Aedes albopictus* in used tires. *Aedes albopictus* will likely find its way into the Quebec eventually, but this introduction will be enhanced by the importation of used tires (Extrait d'une lettre datée du 19 octobre 93 du Dr Harvey Artsob).

Dans le même sens que l'hypothèse précédente, on doit également envisager que des *Aedes triseriatus* puissent être importés dans les pneus usés et qu'ils soient vecteurs des encéphalites de Californie dont l'encéphalite La Crosse. On sait que *Aedes triseriatus* est déjà prévalent en territoire québécois et serait responsable de la transmission d'un nombre limité d'encéphalite dû au snowshoe hare au Québec. La possibilité qu'il puisse y avoir importation du virus La Crosse et transmission via les espèces de moustiques indigènes québécois doit être considérée. Ceci est d'autant plus important dans le contexte où les virus des encéphalites de Californie peuvent être transmis de façon transovarienne et vénérienne assurant ainsi des chances de survie vraisemblablement meilleures. Les États du nord des États-Unis (ex.: Ohio, Minnesota) présentent les taux d'attaque les plus élevés de ce pays prouvant bien que le virus a d'excellents moyens de résister au froid.

Le groupe d'expert consulté sur le sujet (constitué de messieurs Jean-Pierre Bourassa et Alain Maire de l'Université du Québec à Trois-Rivières et de monsieur Serge Belloncik de l'Institut Armand Frappier) soutient qu'il est également possible que le virus snowshoe hare dont l'expression clinique est relativement bénigne puisse subir certaines modifications génétiques

lui permettant d'acquérir la virulence d'un autre virus du groupe des encéphalites de Californie, notamment du virus de La Crosse.

Par ailleurs, comme le fait remarquer le Dr Artsob dans sa lettre, les dépotoirs de pneus constituent des sites potentiels de multiplication des vecteurs incluant ceux qui sont déjà présents au Québec soit les *Culex* et *Aedes* (*Culex* pourrait transmettre le virus de l'encéphalite St-Louis même si cette possibilité semble faible en territoire nordique). Il semblerait toutefois que le risque à la santé dû à l'entreposage soit moindre que pour les autres possibilités énoncées plus haut. En tant que tel, l'encéphalite de St-Louis doit être craint en raison de son potentiel épidémique que l'on observe dans les États de l'est des États-Unis.

Bien malin celui ou celle qui pourrait prévoir l'évolution des infections arbovirales humaines qui suivrait l'importation de pneus usagés au Québec. On sait toutefois que le risque est fonction de la gravité et de la fréquence du problème anticipé. En terme de gravité, nous devrions craindre, dans l'ordre, les encéphalites équines de l'Est, les encéphalites de Saint-Louis et les encéphalites de Californie (en particulier l'encéphalite de La Crosse) en raison des taux de mortalité et de l'importance de séquelles qui les caractérisent. Toutefois, les encéphalites équines de l'Est sont très peu fréquentes aux États-Unis, les encéphalites de Saint-Louis présentent un profil épidémique indéniable par période de 10 ans tandis que les encéphalites de Californie démontrent une constance remarquable à travers les années. On doit noter qu'il n'est pas évident que le Québec suive les mêmes profils épidémiologiques que les États-Unis; il serait donc hasardeux d'avancer plus loin dans nos estimations de risque. Par contre, il serait étonnant que le Québec présente des taux d'incidence plus élevés que chez nos voisins du Sud alors que ceux-ci présentent des conditions qui facilitent à bien des égards la transmission (ex. : la température).

Bibliographie

- Artsob, H., Arbovirus activity in Canada dans *Arch Virol*, 1990, Suppl 1: 249-258.
- Belloncik, S., Poulin, L., Maire, A., Aubin, A., Fauvel, M., Activity of California encephalitis group viruses in Entrelacs (province of Quebec, Canada) in *Can. Journal Microbiol.*, Vol. 28, 1992, p. 571-579.
- Bourassa, J. P., Maire, A., Belloncik, S., Espèces culicidiennes colonisant les pneus abandonnés dans l'environnement québécois et impact potentiel sur la santé humaine et animale dans *Mém. Soc. r. belge Ent.* 35 (1992) : 89-95.
- Calisher, C. H., Karabatsos, N., *Arbovirus Serogroups : Definition and Geographic Distribution*, Chap. 2, vol. 1, Edition Monath, Thomas, P., Boca, Raton, Fla., CRC Press, 5 volumes, c. 1988, p. 19-57.
- Downs, W. G., *Arbovirus* dans *Viral Infections of Humans Epidemiology and Control*, Third Edition, Alfred S. Evans, Plenum Medical Book Company, New York and London, 1991, p. 105-132.
- Fauvel, M., Artsob, H., Calisher, C.H., Davignon, L., Chagnon, A., Skvorc-Ranko, R., Belloncik, S., California Group Virus Encephalitis in Three Children from Quebec in *CMA Journal*, Vol. 122, January 12, 1980, p. 60-64.
- Gundersen, C. B., Brown, K.L., *Clinical Aspects of La Crosse Encephalitis : Preliminary Report* dans *Progress in Clinical and Biological Research*, Volume 123 - California Serogroup Viruses, Calisher & Thompson editors, Alan R. Liss Inc, New York, 1983, p. 169-177.
- Jacques, L., Lainesse, P., Tremblay, C., L'entrepôt de pneus de Saint-Amable et ses impacts potentiels sur la santé publique, Mémoire présenté par le Département de santé communautaire de l'Hôpital Charles LeMoine à la Commission municipale du Québec, 28 p.
- Lessard, S., Bolduc, D. G., *Les pneus hors d'usage et la transmission de maladies infectieuses par les moustiques, problématique*, Document de travail, Comité de santé environnementale du Québec, septembre 1993, 18 p.
- Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), *Arboviral Diseases -United States, 1991*, Vol. 41, No. 30, July 31, 1992, p. 545-547.
- Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), *Arboviral Diseases -United States, 1992*, Vol. 42, No. 24, June 25, 1993, p. 467.
- Monath, T. P., Johnson, K. M., *Diseases Transmitted Primarily by Arthropod Vectors*, chap 11 du Maxcy-Rosenau-Last, Public Health & Preventive Medicine, Appleton & Lange, 13 th Edition, 1992, 1257 p.
- Tsai, T.F., Monath, T.P., *Viral Diseases in North America Transmitted by Arthropods or from Vertebrate Reservoirs* dans *Textbook of Pediatric Infectious Diseases*, Volume II, Second Edition, W. B. Saunders Company, 1987, p. 1417-1456.
- Whitley, R.J., Viral Encephalitis in *The New England Journal of Medicine*, July 26, 1990, Vol. 323, No. 4, 242-250.

Annexe I**Infections arbovirales et zoonoses
importantes épidémiologiquement**

(Monath, T., Johnson, K. M., *Diseases Transmitted Primarily by Arthropod Vectors* tiré de Maxcy-Roseau-Last, *Public Health and Preventive Medicine*, Appleton & Lange, 1992, p.216-217).

TABLE 11-1. SELECTED ARBOVIRAL AND ZONOTIC INFECTIONS OF EPIDEMIOLOGICAL IMPORTANCE

Predominant Syndrome	Transmission	Etiology		Pattern or Frequency of Recognized Human Disease	Associated Animal Disease	Known Geographical Distribution of Virus	
		Virus	Family (Genus)				
Central nervous system infection	Mosquitoborne	Eastern equine encephalitis	<i>Togaviridae</i> (alphavirus)	Endemic-epidemic	Equids, penned exotic birds	U.S.A., Canada, Caribbean, South America	
		Western equine encephalitis	<i>Togaviridae</i> (alphavirus)	Endemic-epidemic	Equids	U.S.A., Canada, Mexico, Guyana, Argentina, Brazil, Uruguay	
		St. Louis encephalitis	<i>Flaviviridae</i> (flavivirus)	Endemic-epidemic	—	U.S.A., Canada, Mexico, Caribbean, Guatemala, South America	
		Japanese encephalitis	<i>Flaviviridae</i> (flavivirus)	Endemic-epidemic	Swine, equids	East and Southeast Asia [see text]	
		Murray Valley encephalitis	<i>Flaviviridae</i> (flavivirus)	Endemic-epidemic	—	Australia	
		Rocio encephalitis	<i>Flaviviridae</i> (flavivirus)	Epidemic	—	Brazil	
		California serogroup viruses (e.g., La Crosse and Jamestown Canyon)	<i>Bunyaviridae</i> (bunyavirus)	Endemic	—	U.S.A., Canada	
	Tickborne	Tickborne encephalitis	<i>Flaviviridae</i> (flavivirus)	Endemic	—	Eastern Europe, Soviet Union, Scandinavia	
		Powassan	<i>Flaviviridae</i> (flavivirus)	Rare, sporadic	—	U.S.A., Canada, Soviet Union	
		Louping ill	<i>Flaviviridae</i> (flavivirus)	Rare, sporadic	Sheep	British Isles	
	Rodentborne	Lymphocytic choriomeningitis	<i>Arenaviridae</i>	Endemic-epidemic	—	Worldwide [see text]	
	Undifferentiated febrile illness (with or without rash)	Mosquitoborne	Barmah forest	<i>Togaviridae</i> (alphavirus)	Endemic	—	Australia
			Bwamba	<i>Bunyaviridae</i> (bunyavirus)	Endemic-epidemic	—	West, East Africa
Carapuru, Marituba, Onitoca, and five other related viruses			<i>Bunyaviridae</i> (group C bunyavirus)	Rare, sporadic	—	Central and South America	
Chikungunya			<i>Togaviridae</i> (alphavirus)	Endemic-epidemic	—	Sub-Saharan Africa, Asia	
Dengue			<i>Flaviviridae</i> (flavivirus)	Endemic-epidemic	—	Worldwide [see text]	
Guama, Catu			<i>Bunyaviridae</i> (Guama group bunyavirus)	Rare, sporadic	—	South America	
Mayaro			<i>Togaviridae</i> (alphavirus)	Endemic-epidemic	—	South America	
O'nyong-nyong			<i>Togaviridae</i> (alphavirus)	Epidemic	—	Sub-Saharan Africa	
Orungo			<i>Reoviridae</i> (orbivirus)	Endemic-epidemic	—	West, East Africa	
Rift Valley fever			<i>Bunyaviridae</i> (phlebovirus)	Epidemic	Sheep, cattle	South Africa, East Africa, Nigeria, Mauritania, Madagascar, Egypt	
Ross River			<i>Togaviridae</i> (alphavirus)	Endemic-epidemic	—	Australia, Oceania	

P 9543
Ex.2

Bolduc, Daniel G. et al.

AUTEUR

Les pneus hors d'usage et le ris-
que de transmission de maladies

infectieuses par des pneu

P 9543
Ex.2